

ZUR BEDEUTUNG DER DYNAMISCHEN HERZZEITWERTE
BEI PATIENTEN NACH AORTENKLAPPENOPERATION

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

Wolfgang Würfel

1980

1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548318_0005

Aus der Inneren Abteilung der Stiftsklinik Augustinum München
Chefarzt: Prof.Dr.Dietrich Michel

ZUR BEDEUTUNG DER DYNAMISCHEN HERZZEITWERTE BEI PATIENTEN
NACH AORTENKLAPPENOPERATION

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wolfgang Würfel
aus
München
1980

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.med.Dietrich Michel

Mitberichterstatter: Prof.Dr.med.Eberhard Buchborn

Dekan: Prof.Dr.med.Wolfgang Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 16.Juli 1981



I N H A L T S Ü B E R S I C H T

5	<u>ABSCHNITT I: E I N L E I T U N G</u>
6	<u>I/1 EINLEITENDE GEDANKEN</u>
8	<u>I/2 DIE DYNAMISCHEN HERZZEITWERTE (SYSTOLISCH)</u>
8	<u>I/2.1 GESCHICHTLICHER RÜCKBLICK</u>
9	<u>I/2.2 BEDEUTUNG DER DYNAMISCHEN HERZZEITWERTE</u>
10	<u>I/2.3 BESTIMMUNG DER DYNAMISCHEN HERZZEITWERTE</u>
10	<u>I/2.31 Bestimmung der Einzelwerte</u>
12	<u>I/2.32 Technische Durchführung</u>
12	<u>I/2.33 Qualitative Anforderungen an die Aufzeichnung</u>
13	<u>I/2.4 EINFLÜSSE AUF DIE DYN.HERZZEITWERTE</u>
13	<u>I/2.41 Die Anspannungszeit und ihre Abhängigkeiten</u>
13	<u>I/2.41-1 Die UZ und ihre Abhängigkeiten</u>
14	<u>I/2.41-2 Die DAZ und ihre Abhängigkeiten</u>
15	<u>I/2.42 Die (relative) Austreibungszeit und ihre Abhängigkeiten</u>
17	<u>I/2.5 NORMALWERTE</u>
18	<u>I/2.6 ANWENDUNGSGEBIETE DER DYN.HERZZEITWERTE</u>
19	<u>I/3 SYSTOLIC TIME INTERVALS (STI)</u>
19	<u>I/3.1 DEFINITION UND ABLEITUNG DER STI</u>
20	<u>I/3.2 VERGLEICH DER DYN.HZWE UND STI</u>
20	<u>I/3.3 ANWENDUNGSGEBIETE DER STI</u>
22	<u>ABSCHNITT II: E I G E N E W E R T E U N D E R G E B N I S S E</u>
23	<u>II/1 EINLEITENDE INFORMATIONEN</u>
23	<u>II/1.1 PATIENTENKREIS</u>
24	<u>II/1.2 AUFBAU DER UNTERSUCHUNG</u>
26	<u>II/1.3 ERMITTLUNG DER ERGEBNISSE</u>
26	<u>II/1.31 Bestimmung der Einzelwerte</u>
26	<u>II/1.32 Auswertung der Massendaten</u>
27	<u>II/1.33 Erhebung zusätzlicher Daten und Befunde</u>
30	<u>II/2 BESCHREIBUNG DER EIGENEN WERTE</u>
32	<u>II/2.1 UNTERSUCHUNG DES ZUSAMMENHANGES ZWISCHEN POSTOPERATIVER</u> <u>KARDOLOGISCHER GESAMTBURTEILUNG UND DEN DYN.HZWEN</u>
32	<u>II/2.11 Vergleich an Hand des zweiklassigen Beurteilungsschemas</u>
32	a) UZ
32	b) DAZ
32	c) r.ATZ
33	d) Kurzer Überblick
33	e) Graphische Darstellung

S. 36 II/2.12 Vergleich an Hand der fünfklassigen Beurteilungsskala

- S. 36 a) UZ
- S. 36 b) DAZ
- S. 37 c) r.ATZ
- S. 37 d) Kurzer Überblick
- S. 37 e) Graphische Darstellung

S. 40 II/2.2 UNTERSUCHUNG DES EINFLUSSES VERSCHIEDENER PARAMETER
AUF DIE HERZZEITWERTE

Verteilung der dyn.HZWe:

- S. 40 a) UZ
- S. 40 b) DAZ
- S. 41 c) r.ATZ
- S. 41 d) Kurzer Überblick
- S. 41 e) Graphische Darstellung

OBERKLASSE: A / Untersuchung des Einflusses....

S. 45 II/2.21der Operation

S. 45 II/2.21-0 Interindividueller Vergleich

S. 45 II/2.21-01 Präoperative Aorteninsuffizienz

- S. 45 a) UZ
- S. 45 b) DAZ
- S. 46 c) r.ATZ
- S. 46 d) Kurzer Überblick
- S. 46 e) Graphische Darstellung

S. 49 II/2.21-02 Präoperative Aortenstenose

- S. 49 a) UZ
- S. 49 b) DAZ
- S. 49 c) r.ATZ
- S. 50 d) Kurzer Überblick
- S. 50 e) Graphische Darstellung

S. 53 II/2.21-03 Präoperatives kombiniertes Aortenvitium

- S. 53 a) UZ
- S. 53 b) DAZ
- S. 53 c) r.ATZ
- S. 54 d) Kurzer Überblick
- S. 54 e) Graphische Darstellung

S. 57 II/2.21-00 Intraindividueller Vergleich

S. 57 II/2.21-001 Präoperative Aorteninsuffizienz

S. 57 II/2.21-002 Präoperative Aortenstenose

S. 57 II/2.21-003 Präoperatives kombiniertes Aortenvitium

S. 61 II/2.22 ...des Operationsalters

- S. 61 a) UZ
- S. 61 b) DAZ
- S. 62 c) r.ATZ
- S. 62 d) Kurzer Überblick
- S. 62 e) Graphische Darstellung

S. 65 II/2.23 ...des Zeitabstandes einer Untersuchung von der
Operation

- S. 65 a) UZ
- S. 65 b) DAZ
- S. 66 c) r.ATZ
- S. 66 d) Kurzer Überblick
- S. 66 e) Graphische Darstellung

- S. 69 II/2.24 ...der Prothesenart
- S. 69 II/2.24-1 Vergleich an Hand der Fabrikationstypen
- S. 70 a) UZ
- S. 70 b) DAZ
- S. 71 c) r.ATZ
- S. 71 d) Kurzer Überblick
- S. 71 e) Graphische Darstellung
- S. 74 II/2.24-2 Vergleich an Hand des Konstruktionsmechanismus
- S. 74 a) UZ
- S. 75 b) DAZ
- S. 75 c) r.ATZ
- S. 75 d) Kurzer Überblick
- S. 75 e) Graphische Darstellung
- S. 78 II/2.25 ...von EKG-Veränderungen
- S. 78 a) UZ
- S. 79 b) DAZ
- S. 79 c) r.ATZ
- S. 80 d) Kurzer Überblick
- S. 81 e) Graphische Darstellung
- OBERKLASSE: B / Untersuchung des Einflusses...
- S. 84 Anhang zu II/2.21 ...der Operation
- S. 84 Anhang zu II/2.22 ...des Operationsalters
- S. 85 Anhang zu II/2.23 ...des Zeitabstandes von der Operation
- S. 85 Anhang zu II/2.24-1 ...d.Fabrikationstypen
- S. 85 Anhang zu II/2.25 ...von EKG-Veränderungen
- S. 87 II/2.3 LANGZEITBEOBACHTUNGEN
- S. 87 II/2.31 Fall 1
- S. 87 a) Angaben
- S. 87 b) Verlauf
- S. 87 c) Graphische Darstellung
- S. 89 II/2.32 Fall 2
- S. 89 a) Angaben
- S. 89 b) Verlauf
- S. 89 c) Graphische Darstellung
- S. 91 II/2.33 Fall 3
- S. 91 a) Angaben
- S. 91 b) Verlauf
- S. 91 c) Graphische Darstellung
- S. 93 II/2.34 Fall 4
- S. 93 a) Angaben
- S. 93 b) Verlauf
- S. 93 c) Graphische Darstellung
- S. 95 II/2.35 Fall 5
- S. 95 a) Angaben
- S. 95 b) Verlauf
- S. 95 c) Graphische Darstellung
- S. 97 II/2.36 Fall 6
- S. 97 a) Angaben
- S. 97 b) Verlauf
- S. 97 c) Graphische Darstellung

- S. 99 ABSCHNITT III: DISKUSSION DER WERTE UND
ERGEBNISSE
- S.100 III/1 EINLEITENDE HINWEISE
- S.101 III/2 DISKUSSION DER WERTE UND ERGEBNISSE
- S.101 III/2.1 DISKUSSION DES ZUSAMMENHANGES ZWISCHEN POSTOPERATIVER
GESAMTBURTEILUNG UND DEN DYN.HERZZEITWERTEN
- S.101 a) Umformungszeit
- S.102 b) Druckanstiegszeit
- S.102 c) relative Austreibungszeit
- S.103 d) Überblick
- S.104 III/2.2 DISKUSSION DES EINFLUSSES VERSCHIEDENER PARAMETER
AUF DIE DYN.HERZZEITWERTE
- OBERKLASSE: A / Diskussion des Einflusses...
- S.104 III/2.21 ...der Operation
- S.104 III/2.21-1 Präoperative Aorteninsuffizienz
- S.104 a) Umformungszeit
- S.106 b) Druckanstiegszeit
- S.107 c) relative Austreibungszeit
- S.108 d) Überblick
- S.110 III/2.21-2 Präoperative Aortenstenose
- S.110 a) Umformungszeit
- S.111 b) Druckanstiegszeit
- S.112 c) relative Austreibungszeit
- S.114 d) Überblick
- S.115 III/2.21-3 Präoperatives kombiniertes Aortenvitium
- S.115 a) Umformungszeit
- S.116 b) Druckanstiegszeit
- S.117 c) relative Austreibungszeit
- S.118 d) Überblick
- S.120 III/2.22 ...des Operationsalters
- S.120 a) Umformungszeit
- S.121 b) Druckanstiegszeit
- S.121 c) relative Austreibungszeit
- S.122 d) Überblick
- S.124 III/2.23 ...des Zeitabstandes einer Untersuchung von der
Operation
- S.124 a) Umformungszeit
- S.124 b) Druckanstiegszeit
- S.125 c) relative Austreibungszeit
- S.130 d) Überblick
- S.131 III/2.24 ...der Prothesenart
- S.131 a) Umformungszeit
- S.131 b) Druckanstiegszeit
- S.131 c) relative Austreibungszeit
- S.134 d) Überblick
- S.135 III/2.25 ...von Ekg-Veränderungen
- S.135 a) Linkshypertrophie (-zeichen)
- S.135 b) ST-Senkung und/oder Infarkt (-zeichen)
- S.135 c) Absolute Arrhythmie
- S.137 d) Rechtsschenkelblock
- S.137 e) Linksschenkelblock
- S.138 f) AV-Block I.Grades
- S.138 g) Überblick

OBERKLASSE: B / Diskussion des Einflusses...

- S.140 Anhang zu III/2.21 - III/2.25 ...verschiedener Parameter

- S.142 ABSCHNITT IV: Z U S A M M E N F A S S U N G
- S.143 a) Grundsätzliches zur Bedeutung der dyn.HZWe
- S.144 b) Allgemeines zum Verhalten der dyn.HZWe
- S.145 c) Die konkreten Ergebnisse
- S.146 d) Abschließende Betrachtung
- S.147 e) Kurzfassung

- S.149 ABSCHNITT V: L I T E R A T U R H I N W E I S E

- S.156 ABSCHNITT VI: L E B E N S L A U F

In Dankbarkeit sei diese Arbeit
meinen beiden Eltern,
aber auch meiner Tante
gewidmet.

München im Juli 1981

Die KURZFASSUNG findet sich unter
Abschnitt IV/e auf
Seite 148

VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

A	= Oberklasse A
aa	= Absolute Arrhythmie
ASZ(A)	= Anspannungszeit
ATZ,S	= Austreibungszeit
AV-Bl.I	= Atrioventrikulärer Block I. Grades
B	= Oberklasse B
Bj.-Sh.	= Björk-Shiley-Scheibenprothese
CPK	= Carotispulskurve
D	= Diastole
DAZ	= Druckanstiegszeit
dyn.HZWe	= Dynamische Herzzeitwerte
EDV	= Elektronische Datenverarbeitung
G	= Gruppe
HF	= Herzfrequenz
Hz	= Hertz, Benennung der Frequenz
ISB	= Institut für Statistik und Biomathematik
LH	= Linkshypertrophie (-zeichen)
Li.-Ca.	= Lillehei-Caster-Scheibenprothese
LSB	= Linksschenkelblock
LVET*	= Left ventricular ejection time (linksventrikuläre Auswurfszeit)
LVETI*	= Left ventricular ejection time index (linksventrikuläre Auswurfszeit-Index)
MW,x	= Mittelwert
n	= Anzahl der Werte
OP	= Operation
PEP*	= Preejection period (Prä-Auswurf-Periode)
PEPI*	= Preejection period index (Prä-Auswurf-Periode-Index)
PKG	= Phonokardiogramm
QS ₂ *	= Total electromechanical systole (Totale mechanische Systole)
QS ₂ I*	= Total electromechanical systole index (Totale mechanische Systole-Index)
r.ATZ	= Relative Austreibungszeit
RSB	= Rechtsschenkelblock
s	= Standardabweichung
S,ATZ	= Austreibungszeit
(2)s-Ber.	= Bereich, der die einfache (doppelte) Standardabweichung umfaßt
Senk./Inf.	= ST-Senkung und/oder Infarkt (-zeichen)
St.-Ed.-Ku.	= Starr-Edwards-Kugelklappe
STI*	= Systolic time intervals (Systolische Zeitintervalle)
UKG	= (Ultraschall-) Echokardiogramm
UZ	= Umformungszeit
VZ	= Verzögerungszeit
$\bar{x}$,MW	= Mittelwert
Xe.-Ed.	= Xenograft-Edwards-Bioprothese

*Im Folgenden verwenden wir stets die englischsprachigen Abkürzungen. Die dazu angegebenen deutschen Übersetzungen sind rein wörtlicher Natur, dienen lediglich der Orientierung und stellen keine eingeführten Termini in der deutschsprachigen Literatur dar. Dies ist auch nicht zu erwarten, da die meisten der systolischen Zeitintervalle (STI) definitionsgemäß von den dyn.HZWen zu unterscheiden sind; eine Ausnahme: Die LVET entspräche der ATZ (linksventrikulär) - dazu siehe I/3.1 und vor allem I/3.2.

ABSCHNITT I
=====

E I N L E I T U N G

In den letzten Jahren ist in der praktischen Medizin ein neuer Trend festzustellen gewesen, der auch heute - sogar verstärkt - noch aktuell ist: Diagnostik (und auch Therapie) so wenig eingreifend, so wenig invasiv wie möglich zu gestalten. Diese Entwicklung kommt aus den USA, wo sie diesbezüglich das heutige Gesicht der Medizin im Vergleich zu vor 10 Jahren erheblich verändert hat.

Die Gründe für diese Entwicklung sind verschiedenster Natur; im folgenden wollen wir versuchen, ein paar anzuschneiden.

Mehr als noch vor einigen Jahren wird das Verhältnis Patient - Arzt zunehmend durch das bestimmt, was man als "kritische Distanz" bezeichnen könnte. Als Folge hiervon ist u.a. auch die Zahl gerichtlicher Verfahren gegen Ärzte erheblich angestiegen. Da nun nichtinvasive Untersuchungsmethoden in aller Regel ein kleineres medizinisches Risiko beinhalten, wendet man sich ihnen immer lieber zu, um die Zahl der Komplikationen und der damit verbundenen, unerfreulichen Folgen zu reduzieren. Darüberhinaus lehrt die Erfahrung, daß Patienten zu nichtinvasiven Untersuchungen viel eher bereit sind, als zu invasiven.

Dies ist auch noch unter einem anderen Gesichtspunkt von Bedeutung: Die moderne Medizin legt mehr und mehr ein großes Gewicht auf Nachsorge, Nachbetreuung, Nachüberwachung - also auf Maßnahmen, die oft eine jahrelange, regelmäßige Diagnostik beinhalten. Abgesehen von der schon erwähnten, notwendigen Zustimmung des Patienten, setzt das Wissen um eine ihn schonende Betreuung seine Mitarbeitsbereitschaft herauf.

Diese Überlegungen sind nicht nur von allgemeiner Bedeutung, sondern treffen für die Kardiologie im besonderen Maße zu.

Das Wissen um kardiologische Erkrankungen hat sich in den letzten Jahren vertieft, womit sich aber auch die Vorstellungen von Therapiekonzepten änderten; dies ist zu einem Gutteil der modernen Herzchirurgie zu verdanken, die neue, bislang ungeahnte Möglichkeiten eröffnete.

Vor diesem Hintergrund gewann die schon erwähnte Nachbetreuung eine immer größere Bedeutung - wie übrigens auch die Vorsorge. Von beiden Begriffen kann man sogar sagen, daß ihre Einführung in das Gedankengut der modernen Medizin durch die Kardiologie im besonderen gefördert wurde.

Seit einigen Jahren nimmt nun die chirurgische Korrektur von Herzfehlern vermittels der Implantation von Prothesen einen festen Platz in der Therapie dieser Erkrankungen ein.

So sehr dieser Eingriff zwar fast schon routinemäßigen Charakter besitzt, so unterscheidet er sich durch seine Art und durch seine Konsequenzen von anderen chirurgischen Eingriffen.

Der Ersatz von körpereigenem Gewebe durch körperfremdes Material (organisch oder künstlich) an derart zentraler Stelle ist von überaus großer Bedeutung für den Gesamtorganismus und verlangt nach einer exakten und anfänglich regelmäßigen postoperativen Überwachung. Dies ist allein schon deswegen von Nöten, da bei neuen Klappentypen die Ergebnisse, die in vitro gewonnen wurden, sich in vivo nicht immer bestätigen und z.B. lebensbedrohliche Konstruktionsmängel auftreten können (vgl. 40).

Darüberhinaus sind die psychischen Probleme, die für viele Patienten durch "Manipulationen am Herzen" - nicht selten der zentrale, seelische Punkt im Empfinden - entstehen, nicht zu vergessen; hier liegt ein weiterer Grund für die Nachbetreuung durch einen vertrauten Arzt.

In Anknüpfung an diese Gedanken bietet sich die Ermittlung der dynamischen Herzzeitwerte als eine nichtinvasive diagnostische Methode für den betreffenden Untersucher an.

Dazu ist es aber notwendig, daß man genaue Vorstellungen über die Aussagekraft, ihren diagnostischen Stellenwert, ihre Anwendungsmöglichkeiten und dergl. besitzt.

Diese Arbeit hat sich nun das Ziel gesetzt, darzustellen, inwieweit man die Bestimmung der dynamischen Herzzeitwerte bei Patienten mit Aortenklappenprothesen in der Praxis einsetzen kann, und welche Parameter berücksichtigt werden müssen - kurzum: Die Bedeutung der dynamischen Herzzeitwerte bei Trägern einer Aortenklappenprothese.

I/2 DIE DYNAMISCHEN HERZZEITWERTE (SYSTOLISCH)

=====

I/2.1 GESCHICHTLICHER RÜCKBLICK

Die dyn.HZWe sind Angaben - in Zahlen gefaßte Angaben - über die einzelnen Stadien, die das Herz (linker oder rechter Ventrikel) während einer vollen Aktion durchläuft. Beschränkt man sich auf die linksventrikuläre Systole - es gibt auch diastolische oder am rechten Ventrikel bestimmte HZWe (vgl. 54 und 48) - so ist hier die Unterteilung in Anspannungszeit und Austreibungszeit schon seit langem bekannt; entsprechend lassen sich auch die Literaturangaben zurückverfolgen (vgl. z.B. 39).

Im Anschluß daran war es vor allem Blumberger zu verdanken, daß die Bestimmung der dyn.HZWe schon in den 40iger Jahren an Bekanntheit gewann (z.B. 10, 11, 12, 13, 14); ähnliches gilt für Holldack, der - etwas später - sich ebenfalls mit den dyn.HZWen befaßte, und auf den die in der klinischen Medizin gebräuchliche Unterteilung der Anspannungszeit in die Umformungszeit und die Druckanstiegszeit zurückgeht (vgl. u.a. 32, 37). Daneben wäre noch eine Unzahl von Autoren zu nennen, die sich ebenfalls - z.T. sehr ausführlich - mit den dyn.HZWen befaßten. Da viele von Ihnen in dieser Arbeit zitiert werden, möchten wir an dieser Stelle auf eine Aufzählung bewußt verzichten.

Bei fortschreitender wissenschaftlicher Erkenntnis stellte es sich heraus, daß vor allem die Austreibungszeit sehr stark herzfrequenzabhängig ist. Aus diesem Grunde erarbeitete Herkel (30) eine Möglichkeit, diesen Einfluß weitestgehend auszuschalten; dies führte zum Begriff der relativen Austreibungszeit. Auf dieser Grundlage entstanden - durch die praktische Erfahrung ausgeglichene - Umrechnungsgraphiken; auf eine davon greifen auch wir zurück (54, vgl. I/2.31). Trotz dieses Vorteils der r.ATZ sind Angaben in der Literatur - von Ausnahmen abgesehen (46, 58, 59, 75) - nicht sehr häufig.

Damit ist freilich noch nicht alles über die dyn. HZWe gesagt; es lassen sich nämlich noch weitere definieren und bestimmen (vgl. 45: z.B. Halbgipfelzeit, Gipfelzeit, Pulswellenlaufzeit). Da sie aber für unsere Arbeit keine (große) Rolle spielen, möchten wir hier auf eine weitergehendere Darstellung verzichten, sofern nicht in I/2.31 auf den einen oder anderen Begriff noch näher eingegangen wird.

I/2.2 BEDEUTUNG DER DYN. HERZZEITWERTE

Wie eben ausgeführt, ist die Herzaktion grob in Diastole und Systole zu unterteilen, wobei letztere - in sinnvoller Weise - noch einmal in Anspannungszeit und Austreibungszeit zu gliedern ist. Für die Diastole gilt ähnliches - eben nur mit "umgekehrten Vorzeichen": Hier grenzt man zwischen Entspannungszeit und Füllungszeit ab.

Im Folgenden wollen wir uns nur noch mit der Systole beschäftigen.

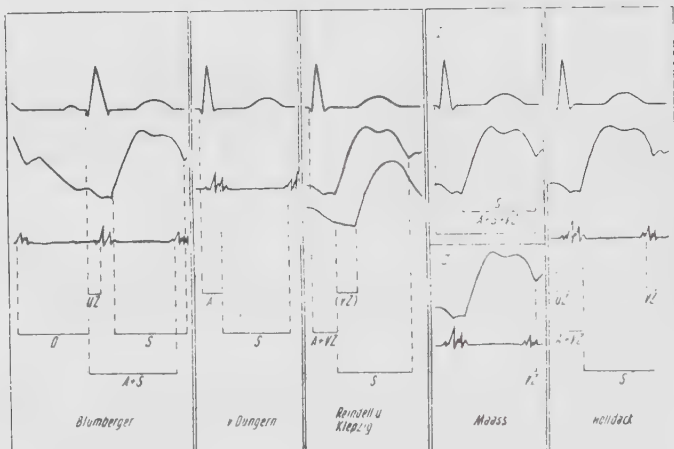
In der Anspannungszeit spannt sich das Herz um seinen Inhalt an. Während des ersten Teiles der Anspannungszeit - der Umformungszeit - geht das Herz bei gleichbleibendem Druck von der längs-ovalen in eine annähernd runde Form über; dabei nimmt die Länge der Myokardfasern ab, da die Kugelform gegenüber jeder anderen Form - gleiches Volumen vorausgesetzt - die geringste Oberfläche aufweist.

Während des zweiten Teiles der Anspannungszeit - der sich anschliessenden Druckanstiegszeit - kommt es nun bei gleichbleibendem Volumen zu einer Erhöhung des Innendrucks, und zwar bis über den Aortendruck hinaus. Mit dem Überschreiten des Aortendrucks beginnt die Austreibungszeit.

Die Aortenklappen werden geöffnet und unter rascher Verkürzung der Faserntreibt das Herz seinen Inhalt aus. Schliesslich fällt der Ventrikeldruck gegen Ende der Austreibungszeit wieder ab; bei Unterschreiten des Aortendruckes fliesst das aortale Blut kurzfristig in Richtung Klappen zurück (Inzisur in der CPK), und schliesst sie, womit die Austreibungszeit beendet ist und die Diastole beginnt.

I/2.3 BESTIMMUNG DER DYN. HERZZEITWERTE

Die dyn.HZWe können auf verschiedene Art und Weise bestimmt werden, und entsprechend sind verschiedene Methoden in der Literatur beschrieben. Die nachfolgende Abbildung soll einen kleinen Überblick vermitteln.



(aus 54)

Auf eine ausführlichere Darstellung möchten wir hier verzichten. Hier sei auf Meiners (54) verwiesen, aus dessen Arbeit diese Abbildung stammt.

Die von uns angewandte Methode geht auf Blumberger (10, 13, 14) und Holldack (32, 33, 36) zurück. Dazu ist die synchrone Aufzeichnung einer EKG-Ableitung, eines PKG und einer CPK notwendig.

I/2.31 Bestimmung der Einzelwerte

Das Prinzip sei hier kurz erläutert.

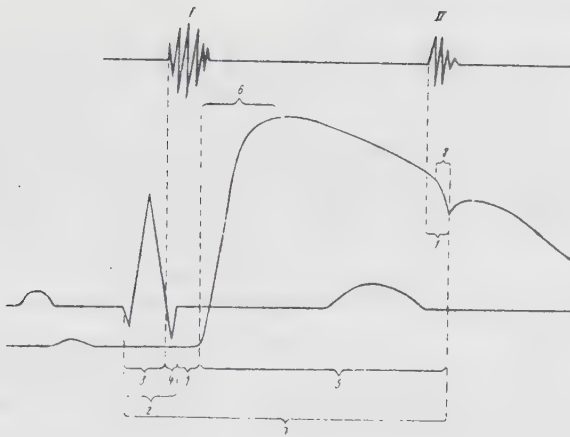
(Abbildung bitte nächste Seite)

Es gilt nun (modifiziert nach Meiners, 54):

Umformungszeit : Beginn der Q-Zacke bis zum Hauptsegment des 1. Herztones.
(= 3 in Abb.)

Verzögerungszeit : Beginn des Hauptsegmentes des 2. Herztones bis zur Inzisierung der CPK.
(= 1 in Abb.)

Anspannungszeit : Beginn der Q-Zacke bis zum Fusspunkt der CPK, abzüglich der Verzögerungszeit.
(= 2 in Abb.)

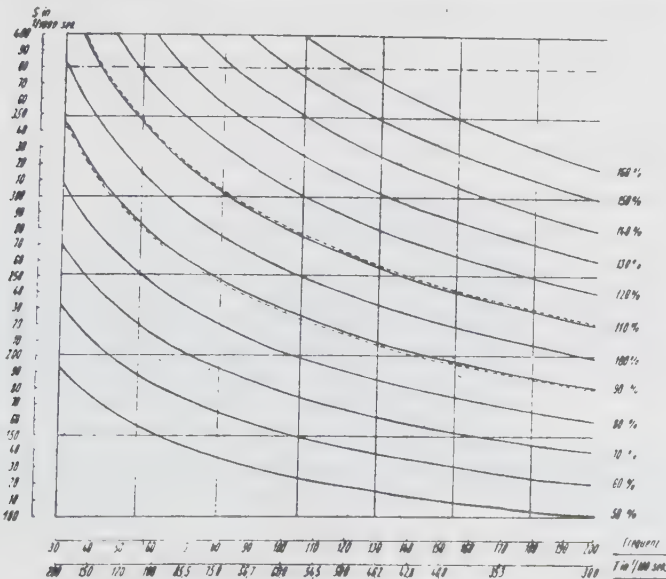


(aus 36)

Bei dem PKG wurde der Filterbereich m_2 (140 Hz) verwendet. Hierzu sei u.a. auf Holldack (13) und Lewis (50) hingewiesen.

Druckanstiegszeit: Differenz von Anspannungszeit und Umformungszeit.
(= 4 in Abb.)
Austreibungszeit: Fusspunkt der CPK bis zur Inzisur.
(= 5 in Abb.)

Durch die zusätzliche Bestimmung der Herzfrequenz kann man die frequenzunabhängige relative Austreibungszeit bestimmen. Hierzu sei die von uns verwendete Umrechnungsgrafik von Meiners angegeben.



(aus 54)

I/2.32 Technische Durchführung

Die synchrone Schreibung einer EKG-Ableitung, der CPK und des PKG wurden in der Regel im Rahmen interner Diagnostikmassnahmen veranlasst (vergl. II/1.1).

Die Patienten wurden vormittags und flach liegend untersucht. Nach Stafford (87) und Weissler (96) ist dies zu berücksichtigen, da Tageszeit und Körperhaltung die Herzzeitintervalle verändern können; allerdings ist - vor allem - die Tageszeitabhängigkeit nicht unstrittig (vergl. 49).

Ausserdem wurden die Patienten angewiesen ruhig und regelmässig zu atmen (Einfluss der Atmung; vergl. 3, 49, 50).

EKG: Es wurde die 2. bipolare Gliedmaßenableitung geschrieben.

PKG: Es wurde am Erbschen Punkt ermittelt (vgl. 42) und in 4 Nennfrequenzen aufgezichnet: 35 Hz (t_1), 70 Hz (m_1), 140 Hz (m_2) und 250 Hz (h_1).

CPK: Sie wird an der rechten A. carotis (auch an der A. subclavia möglich, vgl. 93, aber bei uns unüblich), bei leichter Linksneigung des Kopfes abgenommen. Die Ableitung erfolgt mit einer Marreyschen Kapsel über ein piezoelektrisches Element, eine Methode, die sich bei uns sehr gut bewährt hat. (daneben bestehen noch andere Möglichkeiten; vgl. 72). Dabei ist darauf zu achten, dass die Amplitude zwischen 4 und 6 cm eingeregelt wird (16, 42).

Zur synchronen Registrierung wurde ein Hellige Multiscripiter EK 21 (6 Kanal) verwendet. Der Papiervorschub betrug 50 mm/s (71). Wenn Leighton (48) und Lewis (50) 100 mm/s vorschlagen, bedeutet dies nach eigenen Erfahrungen keinen Gewinn an Genauigkeit.

I/2.33 Qualitative Anforderungen an die Aufzeichnung

Um aus den gewonnenen Kurven die dyn.HZWe bestimmen zu können, sind einige Voraussetzungen notwendig (nach 16):

1. In der EKG-Ableitung muss die Depolarisation als deutlicher Anstieg gegenüber der elektrischen Nulllinie erkennbar sein.
2. Im PKG muss
 - a) der Beginn des Tonsegmentes des 1. Herztones genau feststellbar sein. Allerdings ist dies nicht immer möglich, da der 1. Herzton durch das Zusammenspiel mehrerer Komponenten entsteht (3, 34) und dadurch viele Faktoren wirksam werden können: So hängt z.B. seine Lautstärke möglicherweise von der Länge der DAZ ab (4).
 - b) der Beginn des Tonsegmentes des 2. Herztones - durch das Auftreten der dazu gehörigen, hochfrequenten Vibrationen - scharf auszumachen sein.
3. In der CPK müssen ein gut auszumachender Steilanstieg (und damit ein deutlicher Fusspunkt), sowie eine deutliche Inzisur vorhanden sein.

I/2.4 EINFLÜSSE AUF DIE DYN. HERZZEITWERTE

Die dyn.HZWe unterliegen in ihrem Verhalten den verschiedensten Einflüssen. Diese wurden in mehreren Untersuchungen herausgearbeitet. Im Folgenden soll über diese - vorwiegend hämodynamischen - Faktoren eine kleine Übersicht erstellt werden, wobei wir uns darauf beschränken, ihren Einfluss auf die in unserer Arbeit verwendeten dyn. HZWe darzustellen. In Bezug auf eine ausführlichere Darstellung möchten wir auf Blumberger (12) verweisen.

I/2.41 Die Anspannungszeit und ihre Abhängigkeiten

Im Grossen und Ganzen ergibt sich für die Anspannungszeit eine Abhängigkeit von

- a) der Anfangsspannung des Herzens,
- b) der Druckdifferenz zwischen präsysstolischen (bzw. enddiastolischen) Ventrikeldruck und Aorten-(bzw. Pulmonalarterien-)druck,
- c) der Kontraktilität des Herzmuskels,
- d) dem Tonus der Herznerven.

Diese Faktoren werden ihrerseits wiederum von zahlreichen Grössen beeinflusst; dies gilt insbesondere für a) und c). Für unsere Untersuchung ist nun weniger die Anspannungszeit, als vielmehr die UZ und die DAZ und ihr konkretes Verhalten von Interesse.

I/2.41-1 Die UZ und ihre Abhängigkeiten

In Anlehnung an Blumberger und Michel (59) gelten:

		UZ
Anfangsspannung	↗ ↘ Zunahme Abnahme	↓ ↑
Kammerfüllung	↗ ↘ Zunahme Abnahme	↓ ↑
Füllungsdruck	↗ ↘ Zunahme Abnahme	↓ ↑
Kontraktilität	↗ ↘ Zunahme Abnahme	? ?
Herznerventonus	↗ ↘ Sympathikus Parasympathikus	↓= ↑

Dabei ist aber zu bedenken, dass einzelne Faktoren z.T. wieder untereinander zusammenhängen (Anfangsspannung, Kammerfüllung, Füllungsdruck), z.T. wieder auf anderen beruhen (Füllungsdruck mit Abhängigkeit vom venösen Zustrom, der Vorhoftätigkeit, dem atrioventrikulären Druckgradienten, dem ventrikulären Restblut u.a.)

I/2.41-2 Die DAZ und ihre Abhängigkeiten

		DAZ
Anfangsspannung	• Zunahme • Abnahme	↓ ↑
Kammerfüllung	• Zunahme • Abnahme	↓ ↑
Füllungsdruck	• Zunahme • Abnahme	↓ ↑
Kontraktilität	• Zunahme • Abnahme	↓ ↑
Herznerventonus	• Sympathikus • Parasympathikus	↓ ↑

Daneben spielt hier die ventrikulo-aortale Druckdifferenz noch eine grosse Rolle. Eine Verminderung führt zu einer Verkürzung der Druckanstiegszeit.

Insgesamt gesehen spielen neben den Faktoren, die von der UZ her bekannt sind, besonders die eben erwähnte ventrikulo-aortale Druckdifferenz und die Kontraktilität, eine dominierende Rolle.

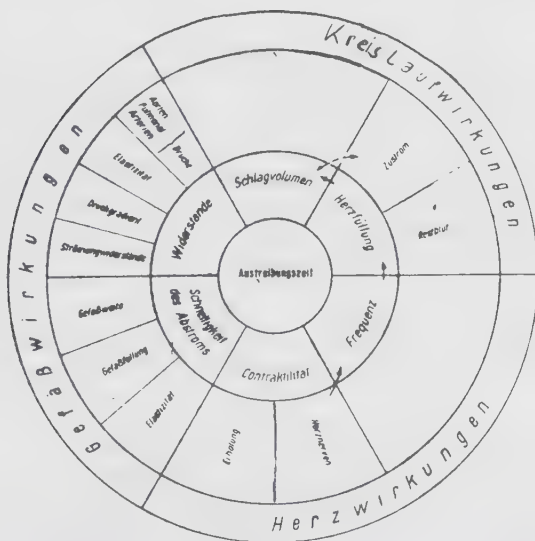
I/2.42 Die (relative) Austreibungszeit und ihre Abhängigkeiten

Die Faktoren, die die Austreibungszeit beeinflussen, sind erheblich umfangreicher und schwerer zu übersehen, als diejenigen bei der Anspannungszeit.

Im Grossen und Ganzen kann man folgende Übersicht erstellen. Demnach ist die ATZ u.a. abhängig

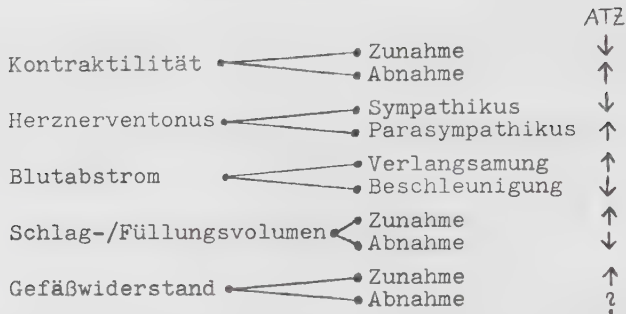
- a) vom Herz und seinem Zustand,
wie z.B. der Kontraktilität,
dem Erholungszustand,
dem Herznerventonus u.a.
- b) von den Kreislaufverhältnissen,
- c) von den Gefässen und ihren Gegebenheiten,
wie z.B. der Füllung,
der Weite und dem Widerstand,
dem Strömungswiderstand u.a.

Blumberger hat diese und andere Faktoren und ihre gegenseitige Beeinflussung in folgendem Schema wiedergegeben:



(aus 12)

Aus diesem Schema geht sehr gut hervor, wie viele Parameter aufeinander einwirken und wie sie sich z.T. gegenseitig bedingen. Darüber hinaus hat Blumberger in weiteren Untersuchungen versucht, die Wirkung solcher Verknüpfungen auf das konkrete Verhalten der ATZ zu beschreiben. Hierzu die folgende Übersicht:



Diesbezügliche Abhandlungen für die r.ATZ gibt es u.W. nicht. Es ist aber nicht anzunehmen, daß zwischen ATZ und r.ATZ in Bezug auf ihre Abhängigkeiten Unterschiede bestehen, da sich beide nur durch eine zwischengeschaltete Umrechnung, nicht aber vom Grundsätzlichen her unterscheiden; hiervon gibt es allerdings eine Ausnahme: Die r.ATZ ist von Einflüssen der Herzfrequenz unabhängig.

I/2.5 NORMALWERTE

Wenn man die dyn. HZWe in der Medizin anwenden will, so ist es zunächst von Interesse, in welchen Bereichen sie (d.h. UZ, DAZ, ATZ bzw. r.ATZ) sich beim Herzgesunden bewegen. Dazu haben wir die Angaben einiger Autoren zusammengestellt:

	UZ (s)	DAZ (s)	ATZ (s)
Blumberger (11,12)	0,04 - 0,07 ^a	0,015-0,045 ^a	0,20 - 0,31 [*]
Holldack (33)	0,05 - 0,06	0,03 - 0,04	0,28 [*]
Knipping (44)	-	-	0,195-0,31 ^b
Kühn (45)	0,05 - 0,06	0,03 - 0,04 [*]	0,28 - 0,33 [*]
Meiners (54)	0,04 - 0,07 ^a	0,015-0,045 ^a	0,20 - 0,31
Michel (59)	0,043- 0,087	0,012-0,060	0,20 - 0,32 [*]
BEREICH	0,04 - 0,087	0,012-0,06	0,195-0,32

a: Autor bezieht sich auf Holldack.

b: Autor bezieht sich auf Blumberger.

*: Autor gibt Abhängigkeit von der Herzfrequenz an.

Es würde sicher zu weit führen, nun die einzelnen Angaben näher zu untersuchen, um festzustellen, welche "am richtigsten" sind. Infolgedessen muß der Bereich zwischen der kleinsten und größten angegebenen Zahl als der Bereich betrachtet werden, in dem sich die entsprechenden dyn.HZWe beim Herzgesunden bewegen.

Daneben werden wir sehr stark mit den von Michel gemachten Angaben arbeiten. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß Michel sehr präzise Angaben macht, indem er jeweils Mittelwert, einfache und doppelte Standardabweichung, sowie die davon abzuleitenden Bereiche angibt (d.h. s- und 2s-Bereiche).

Darüber hinaus arbeitet Michel in seiner Untersuchung mit der r.ATZ - die ja für unsere Arbeit sehr bedeutungsvoll ist - und macht auch hier die eben aufgeführten, genauen Angaben.

	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
UZ (s)	0,065	0,011	0,022	0,054 - 0,076	0,043 - 0,087
DAZ (s)	0,036	0,012	0,024	0,024 - 0,048	0,012 - 0,060
r.ATZ (%)	100	6	12	94 - 106	88 - 112

Was die r.ATZ anbelangt, so sind Angaben über Normalwerte rar. Neben den eben angeführten Werten nach Michel, sind uns kaum andere Hinweise zur Kenntnis gelangt (z.B. 75: Normalbereich der r.ATZ zwischen 90 % und 110 %).

I/2.6 ANWENDUNGSGEBIETE DER DYN. HERZZEITWERTE

Der Anwendungsbereich der dyn.HZWe ist gross und kann kaum vollständig übersehen werden. Die nachfolgende Aufzählung kann nur als grobe Orientierung aufzufassen sein.

a) Herz- und Kreislaufdiagnostik,

z.B. Herzklappenfehler, angeboren oder erworben (z.B. 12, 14, 36, 59),
Herzinsuffizienz verschiedener Genese (z.B. 36, 45),
Hypertonie, aber auch Hypotonie (z.B. 45),
andere Störungen und Leiden, wie z.B.
Myopathien, koronare Durchblutungsstörungen,
Schenkelblöcke (z.B. 32, 45, 59).

b) Pharmakologie,

z.B. Wirkungen verschiedener Digitalispräparate (z.B. 57, 60, 76, 85),
Wirkung von Adrenalin, bzw. seiner Antagonisten (z.B. 18).

c) Grundlagenforschung und experimentelle Medizin,

z.B. Dynamik am Forscherherzen (62),
zeitlicher Ablauf der Energieabgabe am
menschlichen Herzen (7).

u.a. mehr (vgl. auch I/3.3).

Eine andere Frage ist es, wie die dyn. HZWe von den verschiedenen Autoren in ihrer Wertigkeit eingeschätzt werden. Hierzu sei auf Abschnitt IV und auf I/3.3 verwiesen.

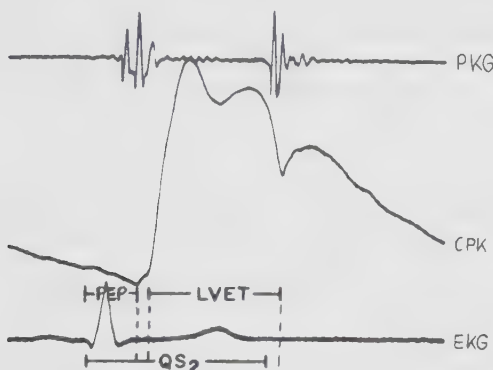
I/3 SYSTOLIC TIME INTERVALS (STI)

=====

Im anglo-amerikanischen Schrifttum sind die dyn.HZWe vom Prinzip her ebenfalls bekannt; man findet sie unter der Bezeichnung "systolic time intervals".

I/3.1 DEFINITION UND ABLEITUNG DER STI

Grundlage für ihre Bestimmung ist wiederum die synchrone Aufzeichnung einer EKG-Ableitung, eines PKGs und einer CPK (eventuell auch SPK; vgl. 93). Hieraus werden die gebräuchlichen STIs wie folgt bestimmt.



(aus 49)

Für gewöhnlich werden folgende 3 Grundwerte ermittelt:

QS₂ (total electro-mechanical systole): Beginn Q bis Beginn des 2. Herztones.

LVET (left ventricular ejection time): Fusspunkt bis Inzisur der CPK.

PEP (preejection period): QS₂ weniger LVET.

Hiervon leiten sich weitere Werte ab:

- a) es wird der Quotient aus PEP und LVET gebildet; hieraus werden Änderungen der PEP und der LVET gegeneinander zahlenmässig erfasst.

- b) QS₂I, LVETI, PEPI.

Als sich herausstellte, dass die STIs von mehreren Faktoren (z.B. Geschlecht, Herzfrequenz; vgl. z.B. 29) abhängen, die einen Vergleich - schon bei Herzgesunden - erschweren, wurden Rechenausdrücke erstellt, die diese Einflüsse ausgleichen sollen (vgl. 94, 95). Als Zeichen für diese Umrechnung, bekommt das entsprechende STI ein "I" für "Index" angehängt (49).

Beispiel: männlich: $QS_2I = QS_2 + 2,1 \times HF$
weiblich: $QS_2I = QS_2 + 2,0 \times HF$ (nach 49)

Eine andere Ausgleichsmethode, die angegeben wurde (vgl. 49), ist vergleichsweise wenig verbreitet.

I/3.2 VERGLEICH DYN. HZWe und STI

Vergleicht man die STIs mit den dyn.HZWen, kann folgendes festgestellt werden (vgl. hierzu I/2.31):

- a) Die LVET entspricht der ATZ,
- b) die QS_2 -Zeit entspricht der Summe von Anspannungszeit und Austreibungszeit (die man Systolendauer nennt (36, 45)) minus der Verzögerungszeit,
- c) die PEP entspricht der Anspannungszeit,
- d) der Quotient der PEP/LVET entspräche dem Quotienten aus Anspannungszeit + Austreibungszeit, der ab und zu Verwendung findet (14),
- e) die Umrechnung von LVET, QS_2 und PEP in LVETI, QS_2I und PEPI besitzt kein Äquivalent. Die Bestimmung der - eventuell vergleichbaren - r.ATZ erfolgt auf anderem Wege (vgl. I/2.31).

Faßt man das bisher Dargelegte zusammen, kann festgestellt werden:

Die STIs werden nicht auf der Basis anderer Daten ermittelt. Die Definitionen und Ableitungen, die zur Bestimmung der STIs führen, sind jedoch anders gewählt - von 2 Ausnahmen abgesehen: PEP und LVET.

Im ersten Fall ist diese Parallele für uns unbedeutend, da wir nicht mit der Anspannungszeit, sondern mit deren Unterteilung (DAZ, UZ) arbeiten.

Die Gemeinsamkeit im zweiten Fall ist für uns auch nicht sehr bedeutungsvoll, da wir uns vor allem auf die r.ATZ, nicht aber auf die ATZ stützen.

Somit kann der Schluß gezogen werden, daß Werte, die aus Untersuchungen mit STIs stammen, nicht unbedingt mit unseren Werten zu vergleichen sind. Dies gilt natürlich nicht, wenn es sich um eher prinzipielle Fragen handelt.

I/3.3 ANWENDUNGSGEBIETE DER STI

Untersuchungen, die auf den STIs basieren, sind im anglo-amerikanischen Schrifttum sehr weit verbreitet. Dies ist zum einem auf das engagierte Bemühen mehrerer Autoren zurückzuführen, die STIs in die angewandte Medizin einzuführen (vgl. Arbeiten von Weissler), zum anderen aber auch auf die zunehmenden rechtlichen Risiken, die in Amerika bei invasiven Diagnosetechniken bestehen (vgl. I/1).

So hebt Lewis (50) hervor, daß sich die Bestimmung der STIs besonders bei chronischen Myokarderkrankungen, beim akuten Herzinfarkt, bei chronischen Koronarerkrankungen, bei Aortenklappenerkrankungen und in der klinischen Pharmakologie bewährt haben. Dies wird in einer Übersicht von Weissler (93)

bestätigt, wobei er noch das Hochdruckkleiden hinzufügt.

Dies ist nur ein kleiner Ausschnitt aus dem Anwendungsgebiet der STIs in der klinischen Medizin (vgl. auch 2, 31, 61, 64, 81). Im übrigen sei aber auch auf I/2.6 verwiesen; das, was dort über die Verwendungsmöglichkeiten der dyn.HZWe ausgeführt wurde, gilt auch für die STIs (z.B. auch c: Grundlagenforschung und experimentelle Medizin; vgl. 89). Dabei darf nicht übersehen werden, dass sich die STIs - wie schon eingangs erwähnt - einer vergleichsweisen hohen Beliebtheit erfreuen.

Im deutschen Schrifttum wurde bisher nur sehr wenig mit den STIs gearbeitet (16, 20, 86, 99; sie werden oftmals als "systolische Zeitintervalle" bezeichnet). Die Zahl der Veröffentlichungen, die sich auf dyn.HZWe stützen, überwiegt bei weitem.

Was nun die Aussagekraft der STIs anbelangt, so gehen die Meinungen z.T. auseinander, zumindest was einzelne Anwendungsgebiete betrifft.

Auf der einen Seite gibt es Autoren (49, 50, 93), die den Wert der STIs relativ hoch veranschlagen; Weissler (93) spricht von "einer der effektivsten nicht-invasiven Massnahmen", und dies z.B. auch in Bezug auf Koronararterien-erkrankungen. Diesbezüglich, aber, meinen z.B. Parker und Just (65), dass eine "Anwendung zur Erfassung des augenblicklichen hämodynamischen Status nur mit Vorsicht vorgenommen werden kann".

Es sieht also so aus, dass die Akten über die Wertigkeit der STIs noch nicht völlig geschlossen sind, wenngleich festzuhalten bleibt, dass die grössere Zahl der Autoren die Aussagekraft der STIs eher positiv bewertet (vgl. hiezu auf Abschnitt IV).

ABSCHNITT II
=====

E I G E N E W E R T E U N D E R G E B N I S S E

II/1 EINLEITENDE INFORMATIONEN

=====

II/1.1 PATIENTENKREIS

Den Ergebnissen dieser Arbeit liegen Werte und Befunde zugrunde, die an Hand des Krankengutes der Stiftsklinik Augustinum München (Chefarzt: Prof.Dr.D.Michel) erhoben wurden.

Es fanden hierbei Patienten aller Altersklassen Berücksichtigung, sofern sie vor der Implantation einer Aortenprothese standen oder sich einem Aortenklappenersatz bereits unterzogen hatten.

Zur präoperativen und/oder postoperativen Diagnostik, sowie zur postoperativen Kontrolle fanden sich die Patienten entweder in der Ambulanz ein oder wurden stationär aufgenommen.

Von den im Rahmen der internen Diagnostik durchgeführten Untersuchungen wurden diejenigen berücksichtigt, die

- a) für den bearbeiteten Themenkreis von Bedeutung waren (d.h. z.B. jede CPK, aber z.B. kein UKG),
- b) im Zeitraum vom 1.1.1974 - 1.6.1978 - also über knapp 4 1/2 Jahre hinweg - anfielen.

Hierbei ergab sich die untere Grenze durch die Tatsache, dass alle älteren Akten nur noch auf Mikrofilm zur Verfügung standen; die obere Grenze hingegen gibt den Abschluss der Erhebungen an.

Insgesamt wurden 175 Gesamtuntersuchungen verwertet, davon 41 präoperative und 134 postoperative.

II/1.2 AUFBAU DER UNTERSUCHUNG

Die Konzeption der Arbeit ist vor dem Hintergrund zu sehen, daß - trotz umfangreicher Recherchen - uns keine Veröffentlichung bekannt wurde, die sich mit dem von uns ins Auge gefaßten Themenkreis beschäftigt (Ausnahme: Eine Kurznotiz (6) und eine Abhandlung über die ejection time (22); vgl. hierzu aber I/3.2). Insofern war uns keine Abgrenzung oder Orientierung an die Hand gegeben.

Ausgangspunkt ist die Situation des in der Praxis tätigen Arztes (vgl. hierzu I/1). Sein Ziel bei diagnostischen Bemühungen ist es, zu einer Gesamtbeurteilung über den Zustand des Patienten zu gelangen. Hierzu ist es nötig, zahlreiche Einzelfragen abzuklären. In Bezug auf den Patienten, der eine Herzklappenimplantation hinter sich gebracht hat, ist es zuallererst von Interesse, ob man es mit einem - kurz ausgedrückt - komplikationsfreiem (= Oberklasse A; vgl. II/1.33) oder komplikationsbehafteten Verlauf (= Oberklasse B; vgl. II/1.33) zu tun hat.

Die erste Fragestellung unserer Untersuchung bezieht sich darauf. Wir wollen herausfinden, ob die dyn.HZWe mit dem postoperativen Gesamtzustand des Patienten korrelieren, ob es mit ihrer Hilfe möglich ist, zwischen den 2 eben umrissenen Möglichkeiten zu unterscheiden, und wenn ja, inwieweit (II/2.11 und III/2.1). Bei einer klinischen Gesamtuntersuchung ist es in Abschluß an die Abklärung des eben genannten Problems oftmals von weiterem Interesse, den postoperativen Gesundheitszustand des Patienten differenziert zu befunden - sofern dies nicht bereits von vorneherein angestrebt wird. Als Bewertungsgrundlage hierfür sei z.B. diejenige der Stiftsklinik Augustinum herangezogen. Demnach kann man - in Stichworten ausgedrückt - zwischen sehr gut (I), gut (II), durchschnittlich (III), durchschnittlich mit Einschränkung (IV) und schlecht (V) unterscheiden (vgl. II/1.33). Im zweiten Teil der Arbeit untersuchen wir nun, ob und in welchem Maße die dyn. HZWe hiermit in Beziehung stehen (II/2.12 und III/2.1). Dabei sind die Klassen I - IV der Oberklasse A und die Klasse V der Oberklasse B zuzuordnen.

Ausgehend von den hier gewonnenen Ergebnissen wird dann der Einfluß folgender Parameter abgeklärt:

- a) Einfluß der Operation:
II/2.21 und III/2.21 bzw. Anhang
- b) Alter des Patienten bei der Operation:
II/2.22 und III/2.22 bzw. Anhang
- c) Abstand der Untersuchung von der Operation:
II/2.23 und III/2.23 bzw. Anhang
- d) Bauart der Klappenprothese:
II/2.24 und III/2.24 bzw. Anhang

e) EKG-Veränderungen:

II/2.25 und III/2.25 bzw. Anhang

Der mögliche Einfluss dieser Faktoren wird für die Oberklasse A und B getrennt untersucht. Da aber der Oberklasse B nur sehr wenige Untersuchungen zuzuordnen waren, kann dies nicht auf dieselbe Art und Weise wie bei der Oberklasse A geschehen. Diese Sonderstellung wird dadurch zum Ausdruck gebracht, dass die Behandlung dieses Themas in "Anhang zu..." erfolgt.

Es wäre für diesen ~~Abschnitt~~ noch günstiger gewesen, wenn man anstatt des zweiklassigen Beurteilungsschemas die fünfklassige Beurteilungsskala hätte heranziehen können; da dies aber zu einer Zersplitterung in zu viele Gruppen mit zu wenig Werten geführt hätte, erschien uns ein derartiges Vorgehen nicht sehr sinnvoll.

Am Schluss der Arbeit haben wir noch einige Langzeitbeobachtungen angefügt (II/2.3).

Bei ihnen werden wir nur eine Beschreibung, jedoch keine Diskussion vornehmen; sie sollen in erster Linie als Dokumentations- und Anschauungsmaterial dienen, um z.B. aufzuzeigen, wie sich die dyn.HZWe in den postoperativen Verlauf einfügen.

II/1.3

ERMITTLUNG DER ERGEBNISSE

II/1.31 ===== Bestimmung der Einzelwerte

Hierzu sei zunächst auf I/2.31 verwiesen.
Es ist bekannt, daß innerhalb einer Aufzeichnung die Dauer der einzelnen dyn.HZWe etwas schwanken kann. Aus diesem Grund wird nicht nur eine Messung vorgenommen, sondern 10 Einzelwerte in laufender Reihe ermittelt; hieraus errechnet man dann den Mittelwert (vgl. 59). Dies war allerdings nicht immer möglich, da vor allem bei älteren Untersuchungen durch die Länge des vorhandenen Aufzeichnungstreifens manchmal nur 5 Einzelwerte zu verwerten waren. Im Gegenzug wurden aber auch nie mehr als 10 Werte bestimmt, auch dann nicht, wenn dies technisch möglich gewesen wäre (vgl. Ausnahme, weiter unten). Damit sollte eine Vergleichbarkeit der Werte untereinander einigermaßen gewährleistet werden.
Die resultierende Zahl von 5 bis 10 Messungen ergibt sich im übrigen als guter Durchschnittswert, wenn man die diesbezüglichen Empfehlungen verschiedener Autoren vergleicht (14, 40, 45, 48, 49, 50, 59).
Im übrigen ist seit den Untersuchungen von Eibel und Belz (20) bekannt, daß von 5 Einzelmessungen aufwärts keine entscheidende Verbesserung mehr zu erwarten ist. Eine Auswertung von z.B. dreimal 10 Herzzyklen (vgl. 82) ist für unsere Gegebenheiten damit sicher nicht notwendig.

Abweichend hiervon wurde - wenn überhaupt möglich - dann verfahren, wenn der Aufzeichnung eine arrhythmische Tätigkeit zugrunde lag:

- a) Bei Extrasystolen wurden der Normalschlag, die Extrasystole und der postextrasystolische Schlag verwertet (vgl. 32).
- b) Bei der absoluten Arrhythmie wurde der Mittelwert aus 15 - 20 Einzelergebnissen bestimmt (vgl. 54; vgl. hierzu vor allem III/2.25 c).

II/1.32 ===== Auswertung der Massendaten

Die ermittelten Werte der UZ, DAZ und r.ATZ wurden zusammen mit anderen Befunden und Daten (vgl. II/1.33) auf Lochkarten gestanzt, in die EDV eingespeichert und dort ausgewertet. Hierzu stand das System Savod Q am ISB (Institut für Statistik und Biomathematik am Großklinikum Großhadern; Direktor: Prof.Dr.Überla) zur Verfügung.
Pro Rechengang wurden jeweils bestimmt:

- a) Der Mittelwert,
- b) die Standardabweichung,
- c) das Maximum und das Minimum der Werte,
- d) die Anzahl der Werte.

Zusätzlich wurde stets die doppelte Standardabweichung errechnet, und neben dem s-Bereich, der 2s-Bereich angegeben. Der s-Bereich umfasst ca. 48 % der Werte, der 2s-Bereich ca. 95 %.

II/1.33 Erhebung zusätzlicher Daten und Befunde

Die synchrone Schreibung von CPK, PKG und EKG wurde stets innerhalb einer internen Gesamtuntersuchung vorgenommen; am Ende stand dabei immer - unter Berücksichtigung aller erhobenen Befunde - die zusammenfassende Bewertung des Gesamtzustandes des Patienten, vor allem in Hinblick auf seine implantierte Aortenprothese (vgl. hierzu II/1.2 bzw. II/2.11 und II/2.12). Eine solche, letztlich auch subjektive Bewertung erfordert eine sehr lange ärztliche Erfahrung. Sie wurde infolgedessen auch nur von den Oberärzten der Klinik, Herrn Dr. Zimmermann und Herrn Dr. Alber, sowie dem Chefarzt, Herrn Prof. Dr. Michel vorgenommen. Wie in II/1.2 erläutert wurde, geht im ersten Teil der Arbeit darum, herauszufinden, ob und wie die dyn. HZWe mit den Ergebnissen der klinischen Gesamtuntersuchung in Beziehung stehen. Hierzu sei noch einmal auf II/2.11 und II/2.12 verwiesen.

In II/2.11 wird ein Vergleich der dyn. HZWe mit dem 2klassigen Beurteilungsschema vorgenommen. Die dort verwendeten Abkürzungen entsprechen den in II/2.12 bereits erwähnten Oberklassen wie folgt:

Oberklasse A: Ohne Komplikation (Abk: A):

Die Klappe erfüllt ihre Aufgabe im hämodynamischen Gesamtgeschehen des Organismus auf zufriedenstellende, komplikationsfreie Art und Weise. Der rein mechanische Ablauf der Klappenaktion spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle.

Oberklasse B: Mit Komplikation (Abk: B):

Die Klappe erfüllt im hämodynamischen Gesamtgeschehen des Organismus ihre Aufgabe schlecht; gemessen am erwarteten postoperativen Operationsverlauf sind Komplikationen aufgetreten.

Für diese Beurteilung ist wiederum das Ergebnis der Gesamtuntersuchung von Bedeutung und nicht allein Rückschlüsse auf etwaige Unstimmigkeiten beim mechanischen Ablauf der Klappenaktion.

Unter der Oberklasse A wären - wie bereits erwähnt (vgl. II/1.2) - die Klassen I - IV zusammengefasst. Dabei ist besonders auf Klasse IV hinzuweisen; zwar sind manche der hier aufgeführten Prothesen in rein mechanischem Sinne nicht komplikationsfrei geblieben - trotzdem erfüllten sie ihre Ventilfunktion für den Patienten zufriedenstellend und komplikationsfrei (Bsp. II/2.3: entsprechend ist ein Übergang von Klasse IV - bei ein- und denselben Patienten - in eine höhere Klasse möglich).

Unter der Oberklasse B scheint lediglich die Klasse V auf (vgl. II/1.2).

Die eben erwähnten Klassen entstammen der fünfklassigen Beurteilungsskala wie sie in II/2.12 zur Anwendung gelangten. Die dort verwendeten Begriffe sind wie folgt zu verstehen:

Klasse I: sehr gut (Abk. I):

Zustand nach Aortenklappenimplantation mit sehr gutem - subjektiven und objektiven - Ergebnis.

Klasse II: gut (Abk. II):

Zustand nach Aortenklappenimplantation mit gutem - subjektiven und objektiven - Ergebnis.

Klasse III: durchschnittlich (Abk. III):

Zustand nach Aortenklappenimplantation bei mässiger Besserung.

Klasse IV: durchschnittlich mit Einschränkung (Abk. IV):

Zustand nach Aortenklappenimplantation, wobei entweder ein zusätzliches Vitium, ein paraprothetisches Leck oder eine Dysfunktion der Klappe festgestellt wurden, wobei dies nachweislich ohne hämodynamische Bedeutung blieb.

Klasse V: schlecht (Abk. V):

Zustand nach Aortenklappenimplantation mit schlechtem Ergebnis; u.a. liegen hierbei - hämodynamisch bedeutsam - eine Dysfunktion der Klappe oder ein paraprothetisches Leck vor.

Von den im Rahmen der Gesamtuntersuchung erhobenen Daten wurden neben allgemeinen Informationen (z.B. Geburtsdatum, Geschlecht) verwendet:

- a) Befunde präoperativer Untersuchungen (II/2.21 und III/2.21 bzw. Anhang).
- b) Das Operationsdatum (II/2.22 und III/2.22 bzw. Anhang).
- c) Das Datum der postoperativen Untersuchung (II/2.23 und III/2.23 bzw. Anhang).
- d) Die Klappenart (II/2.24 und III/2.24 bzw. Anhang).

Schliesslich wurden noch die Befunde der dazugehörigen EKGs erfasst (II/2.25 und III/2.25 bzw. Anhang). An Veränderungen wurden berücksichtigt:

- a) Linkshypertrophie (bzw. -zeichen), Abk. LH.
- b) ST-Senkung und /oder Infarkt (bzw. -zeichen),
Abk. Senk/Inf.
- c) Absolute Arrhythmie, Abk. aA.
- d) Rechtsschenkelblock, Abk. RSB.

e) Linksschenkelblock, Abk. LSB.

f) AV-Block I. Grades, Abk. AV-Bl. I.

Pro Untersuchung wurden dabei 3 verschiedene Befunde(maximal!) auf einer Lochkarte erfasst. Sollten keine pathologischen EKG-Veränderungen vorgelegen haben, so wurde dies ebenfalls vermerkt (Abk.: ohne Ver.).

Waren während der Gesamtuntersuchungen noch wichtige, zusätzliche Herzerkrankungen oder andere, schwere Erkrankungen festgestellt worden (z.B. Hypertonus), so wurde dies ebenfalls berücksichtigt und in die EDV eingegeben.

II/2

BESCHREIBUNG DER EIGENEN WERTE

=====

In diesem Kapitel werden die ermittelten Werte und Ergebnisse dargelegt und beschrieben. Zum Verständnis seien einige Angaben vorausgeschickt.

- Aa) UZ und DAZ werden - sofern nicht anders vermerkt - in der Einheit Sekunden (s) aufgeführt.
Die Einzelwerte wurden auf 2 Kommastellen (= Centisekunden, Abk. cs) genau ermittelt; dementsprechend werden sie wiedergegeben. Eine genauere Ermittlung war technisch nicht möglich, wenngleich sie von manchen Autoren angegeben wird (48, 82).
Die hieraus gewonnenen Mittelwerte, Standardabweichungen etc. wurden auf 3 Kommastellen (= Millisekunden, Abk. ms) genau errechnet. Sie werden entsprechend angegeben, um einen Anhaltspunkt für eine eventuelle Auf- oder Abwertung (auf 2 Stellen) zu vermitteln (vgl. IV).
- b) Die r.ATZ wird stets in Prozent angegeben.
Die Einzelwerte wurden auf 5 % genau ermittelt (Genauigkeitsgrenze der Umrechnungsgraphik von ATZ nach r.ATZ). Entsprechend den Ausführungen von a) werden die hieraus berechneten Mittelwerte etc. auf eine Stelle genauer berechnet.
- B) Bei UZ, DAZ und r.ATZ werden jeweils ausgeführt:
- a) Fallzahl: n.
 - b) Mittelwert: $\bar{x}$.
 - c) Standardabweichung: s.
 - d) Doppelte Standardabweichung: 2s.
 - e) s-Bereich: $\bar{x} \pm s$.
 - f) 2s-Bereich: $\bar{x} \pm 2s$.
- C) Unter e) werden - in der Regel - die Werte und Ergebnisse graphisch dargestellt. Grundlage hierfür sind die Ergebnisse und Werte, die zuvor beschrieben wurden. Bei der Darstellung ergibt sich diese Reihenfolge:
- a) UZ: Mittelwerte, s-Bereiche.
 - b) DAZ: Mittelwerte, s-Bereiche.
 - c) r.ATZ: Mittelwerte, s-Bereiche.
 - d) Vergleich der Mittelwerte von UZ, DAZ und r.ATZ.
 - e) Standardabweichungen von UZ, DAZ und r.ATZ.

Die Darstellung der 2s-Bereiche entfällt aus Gründen der Übersichtlichkeit.
Eine Ausnahme von dieser Tabelle besteht bei den Darstellungen zu II/2.2 und II/2.21-001 bzw. 002 und 003.

- D) An ein paar Stellen kommt es zu einer Differenz in der Fallzahl n zwischen DAZ und UZ einerseits und r.ATZ andererseits. Dies ist darauf zurückzuführen, daß sich in diesen Fällen eine negative DAZ ergab (vgl.33): Aufgrund des Zusammenhangs zwischen UZ und DAZ (vgl.

I/2.31) bleiben sie dann unberücksichtigt, während die hievon unabhängige r.ATZ in die Auswertung eingezogen wurde.

- E) In diesem Abschnitt (II) wird lediglich eine Beschreibung der Ergebnisse und Werte vorgenommen. Infolgedessen sind auch solche aufgeführt, die nur aus wenigen Einzelwerten gewonnen wurden. Die Aussagekraft solcher Ergebnisse ist später abzuwägen (Abschnitt III). Der Vollständigkeit halber müssen sie aber aufgeführt sein.

II/2.1 UNTERSUCHUNG DES ZUSAMMENHANGES ZWISCHEN POST-
OPERATIVER KARDIOLOGISCHER GESAMTBEURTEILUNG
UND DEN DYN. HERZZEITWERTEN

II/2.11 Vergleich an Hand des zweiklassigen Beurteilungsschemas

Hier wird der Frage nachgegangen, ob zwischen diesem Beurteilungsschema und den dyn.HZWen Beziehungen bestehen (vgl. Ausführungen in II/1.2 und II/1.33).

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
A) Ohne Kompl.	126	0,059	0,010	0,020	0,049-0,069	0,039-0,079
B) Mit Kompl.	6	0,046	0,030	0,060	0,016-0,077	0 -0,106

Die Mittelwerte unterscheiden sich um 0,013 s.

Die Standardabweichung von B (0,030 s) ist trotz der geringen Anzahl von 6 Untersuchungen um genau das Doppelte größer als diejenige von A (0,010 s).

Somit macht der s-Bereich von A nur 33,3 % dessen von B aus.

Der 2s-Bereich von A beträgt hingegen knapp 40 % des 2s-Bereiches von B. Dieser Unterschied zum s-Bereich ist auf die untere Grenze von 0s bei B zurückzuführen.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
A) Ohne Kompl.	126	0,033	0,017	0,034	0,016-0,050	0 -0,067
B) Mit Kompl.	6	0,030	0,030	0,060	0 -0,060	0 -0,090

Die Mittelwerte differieren kaum.

Die Standardabweichung von A ist fast nur halb so groß wie von B, die ihrerseits - bei 6 Untersuchungen - die Größe des eigenen Mittelwertes (0,030 s) erreicht.

Der s-Bereich von A ist im s-Bereich von B enthalten; das gleiche gilt auch für den 2s-Bereich, wobei hier A und B die untere Grenze (0 s!) gemeinsam ist.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
A) Ohne Kompl.	128	94,1	10,4	20,8	83,7-104,5	73,3-114,9
B) Mit Kompl.	6	102,5	8,2	16,4	94,3-110,7	86,1-118,9

Die Mittelwerte liegen deutlich von-einander getrennt. Die Standardabweichungen weisen keine grossen Unterschiede auf. Bei den s- und 2s-Bereichen liegen bei A die unteren Grenzen tiefer als bei B. Die oberen Grenzen divergieren vergleichsweise weniger ausgeprägt, was vor allem für die s-Bereiche gilt.

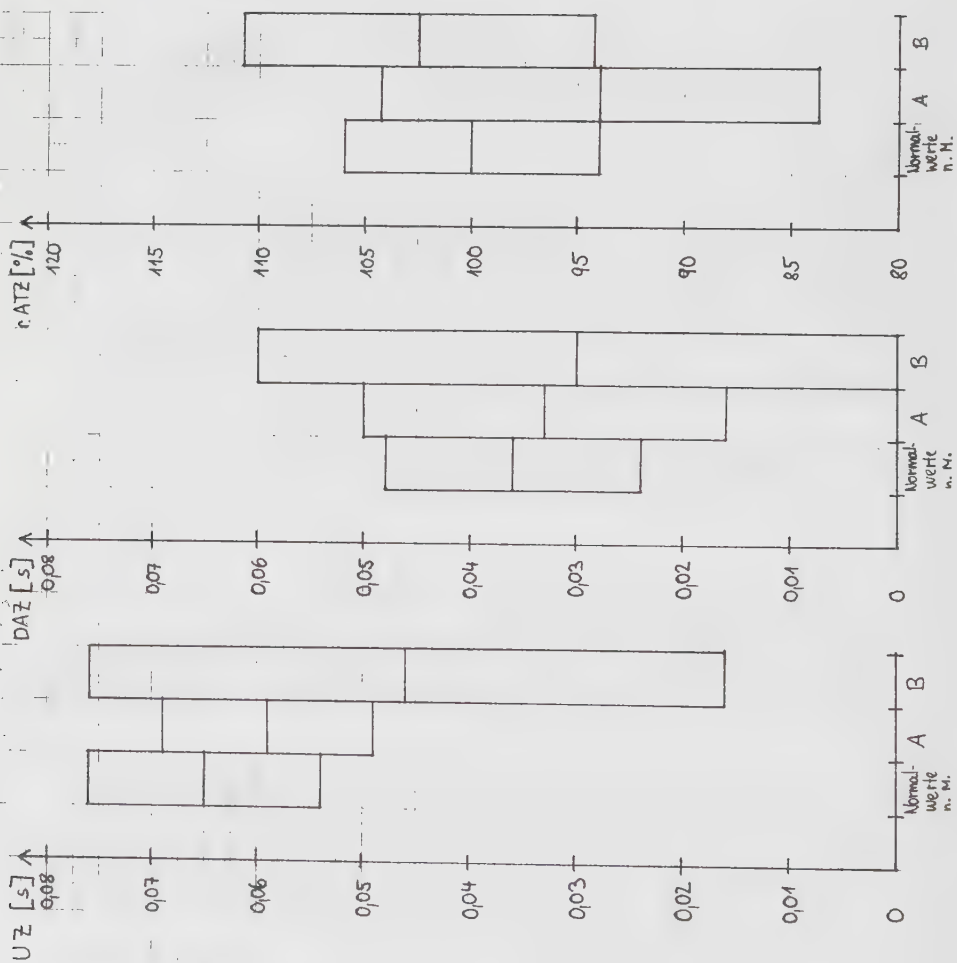
d) Kurzer Überblick

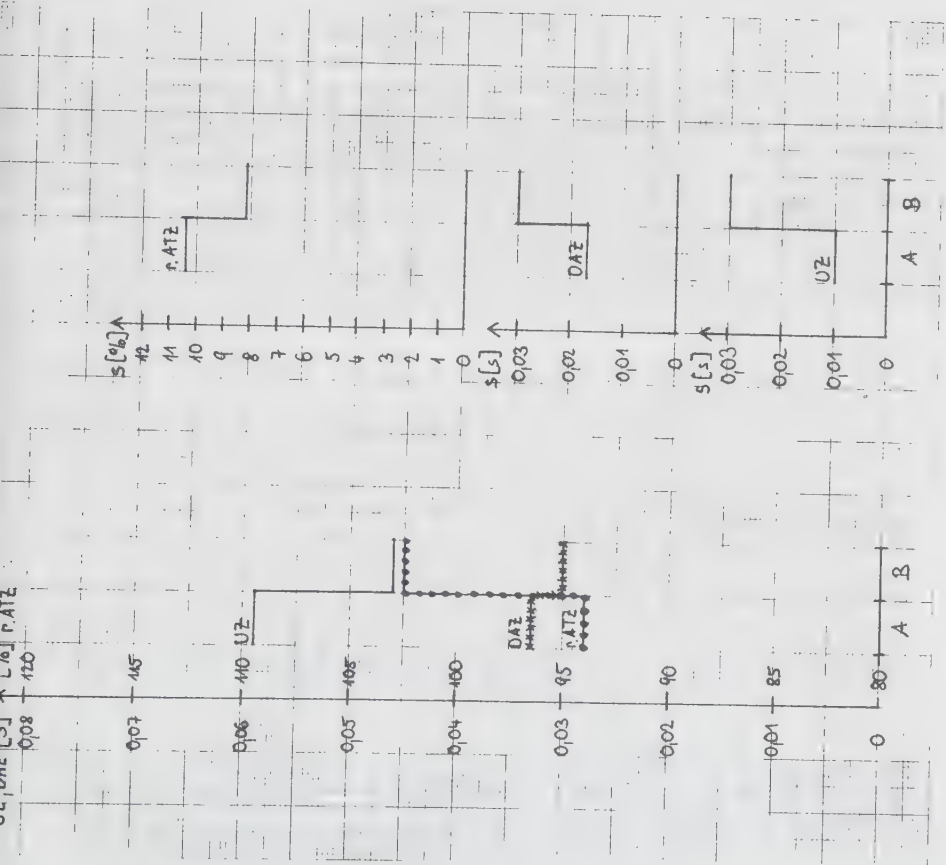
Deutliche Unterschiede der Mittelwerte sind bei der UZ und r.ATZ zu erkennen.

Auffallend ist die grosse Standardabweichung der UZ bei B und die noch grössere der DAZ, während dergleichen bei der r.ATZ - im Verhältnis gesehen - nicht festzustellen ist.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.





II/2.12 Vergleich an Hand der fünfklassigen Beurteilungs- skala

Wie bereits in II/1.2 ausgeführt, geht diese Untersuchung von der Frage aus, ob zwischen der feineren fünfklassigen kardiologischen Gesamtbeurteilung einerseits und den dyn.HZWe anderseits Parallelen bestehen.

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
I) sehr gut	9	0,062	0,015	0,030	0,047-0,077	0,032-0,092
II) gut	44	0,060	0,010	0,020	0,050-0,070	0,040-0,080
III) durchschnittl.	66	0,058	0,010	0,020	0,048-0,068	0,038-0,078
IV) durchschn.m.E.	7	0,058	0,013	0,026	0,045-0,071	0,032-0,084
V) schlecht	6	0,046	0,030	0,060	0,016-0,076	0 -0,106

Die Mittelwerte liegen von I - IV - leicht abfallend - relativ eng zusammen (0,062 s - 0,058 s).
Dasselbe gilt für die Standardabweichungen (0,010 s - 0,015 s), sodass beim s-Bereich die oberen und unteren Grenzen nicht sehr stark differieren und sich die Bereiche gegenseitig stark abdecken.

In nicht so ausgeprägter Form trifft dies auch für die 2s-Bereiche zu.

Der Mittelwert der Klasse V (= Oberklasse B; vgl. II/1.2) liegt deutlich niedriger (0,046 s) als die Mittelwerte der Klassen I - IV.

Die Standardabweichung ist hier im Vergleich zu I verdoppelt, im Vergleich zu II oder III sogar verdreifacht.

Entsprechend fallen die s/2s-Bereiche sehr gross aus und umfassen die s/2s-Bereiche aller übrigen Klassen.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
I) sehr gut	9	0,031	0,012	0,024	0,019-0,043	0,007-0,055
II) gut	44	0,036	0,017	0,034	0,019-0,053	0,002-0,070
III) durchschnittl.	66	0,031	0,016	0,032	0,015-0,047	0 -0,063
IV) durchschn.m.E.	7	0,037	0,014	0,028	0,023-0,051	0,009-0,065
V) schlecht	6	0,030	0,030	0,060	0 -0,060	0 -0,090

Das Verhalten der Mittelwerte ist so uneinheitlich, dass eine Tendenz in irgend-einer Form nicht festzustellen ist. Alle Mittelwerte liegen eng beisammen, einschliesslich vom $\bar{x}$ V

(0,031 s bis 0,037 s).

Auffallend bei V ist wiederum die hohe Standardabweichung von 0,030 s (vgl. Standardabweichungen I - IV: 0,012 s bis 0,017 s).

Bei nicht sehr stark differierenden Grenzen liegen die s-Bereiche von I - IV weitgehend parallel; entsprechend s_V ist der s-Bereich von V deutlich grösser.

Bei den 2s-Bereichen liegen - aufgrund der unteren Schranke von 0 s - die unteren Grenzen nahe zusammen während die Obergrenzen im Vergleich zu denjenigen des s-Bereiches erwartungsgemäss stärker voneinander abweichen.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
I)sehr gut	9	90,5	8,4	16,8	82,1- 98,9	73,7-107,3
II)gut	45	95,1	8,6	17,2	86,5-103,7	77,9-112,3
III)durchschnittl.	67	93,9	11,6	23,2	82,3-105,5	70,7-117,1
IV)durchschn.m.E.	7	95,0	12,2	24,4	82,8-107,2	70,6-119,4
V)schlecht	6	102,5	8,6	17,2	93,9-111,1	85,3-119,7

Die Mittelwerte von II - IV liegen eng beieinander (93,9 % - 95,1 %), während $\bar{x}_I$ (90,5 %) etwas nach unten, und $\bar{x}_V$ stärker nach oben ausscheren.

Die Standardabweichungen erreichen ihr Maximum bei IV (12,2 %, die Unterschiede fallen nicht sehr gross aus.

Die s-Bereiche von I - IV differieren mit ihren unteren Grenzen nicht sehr stark, die oberen Grenzen steigen leicht an.

Die höchste obere und untere Grenze liegt bei V vor.

Bei den 2s-Bereichen kommt es zu keinem prinzipiell anderem Verhalten der oberen bzw. der unteren Grenzen.

d) Kurzer Überblick

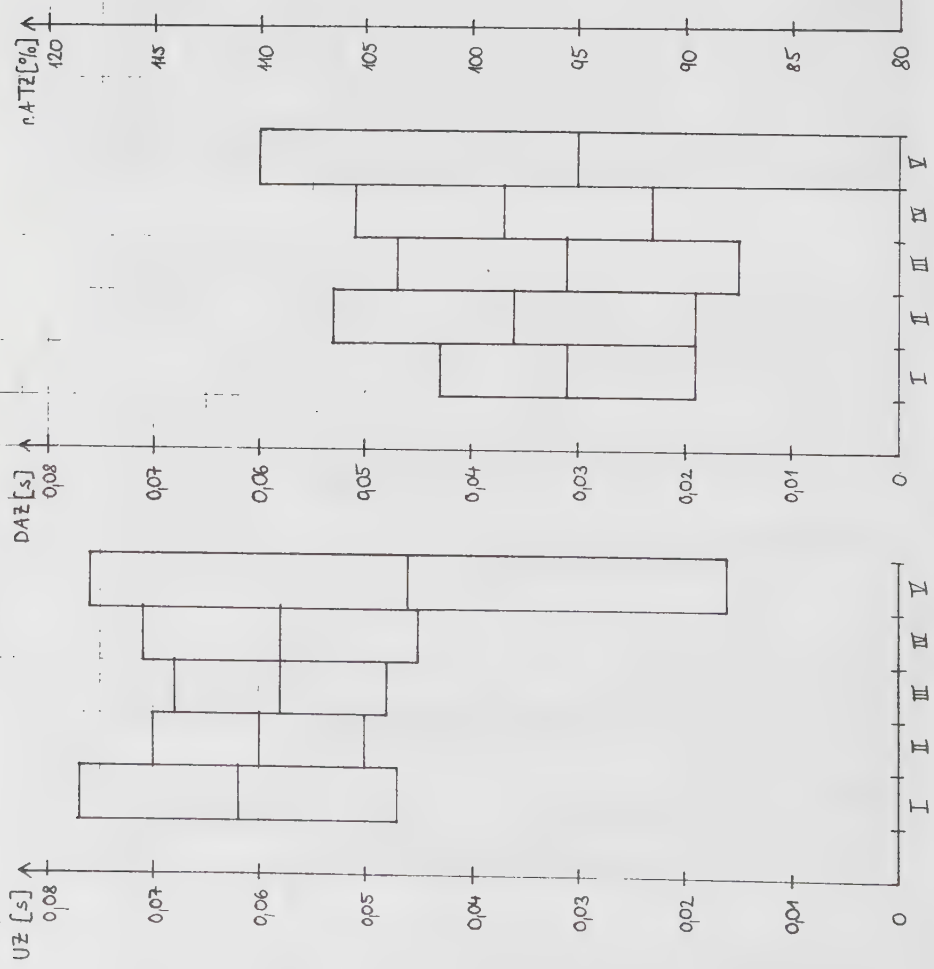
Während die Mittelwerte der DAZ - mit Schwankungen zwischen 0,030 und 0,037 s - keine Tendenz in irgend-eine Richtung erkennen lassen, ist bei der UZ möglicherweise eine leicht fallende Tendenz der Mittelwerte zu bemerken.

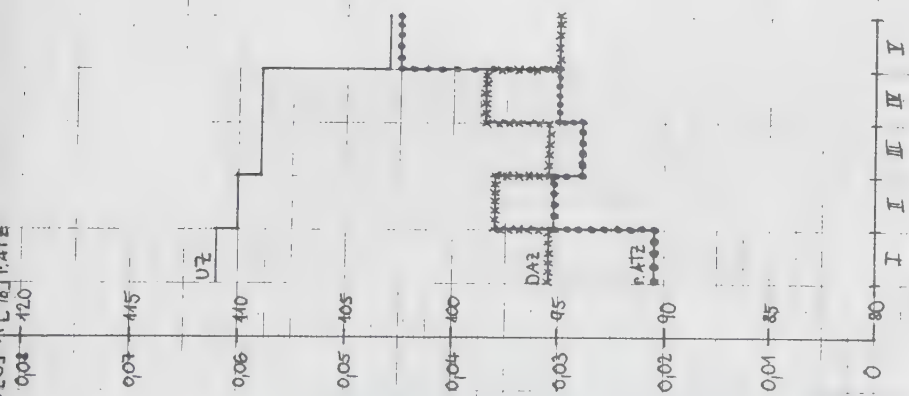
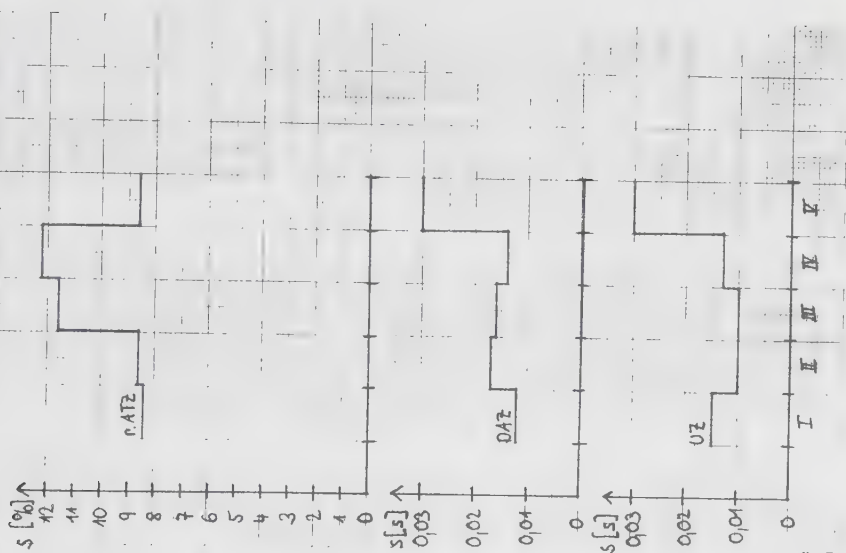
Bei der r.ATZ findet sich der kleinste Mittelwert bei Klasse I, der grösste bei Klasse V; die übrigen liegen - relativ eng zusammen - dazwischen.

Im Vergleich der Standardabweichungen von UZ und DAZ fällt auf, dass diejenigen der DAZ - absolut gesehen - stets grösser sind.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.





II/2.2 UNTERSUCHUNG DES EINFLUSSES VERSCHIEDENER PARAMETER AUF DIE DYN. HERZZEITWERTE

Zu Beginn dieses Kapitels soll ein Überblick vermittelt werden, und zwar über das Verhalten und die Verteilung der Werte, die im Nachfolgenden die Basis für unsere Untersuchungen bilden.

Verhalten:

Hier zunächst die Vergleichswerte über die Gesamtwerte aller postoperativen Untersuchungen.

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)UZ	132	0,058	0,011	0,022	0,047-0,069	0,036-0,080
2)DAZ	132	0,033	0,017	0,034	0,016-0,050	0 -0,067
3)r.ATZ	134	94,5	10,5	21,0	84,0-105,0	73,5-115,5

Im Vergleich zu A (vgl. hierzu II/2.11) fällt die insgesamt geringe Abweichung aller Werte auf; entsprechend liegen sie im Vergleich zu B z.T. sehr unterschiedlich.

Verteilung:

Bei der quantitativen Verteilung der Einzelwerte ergibt sich folgende Aufstellung:

a) UZ

[CS]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0)Alle USen*	--	2	--	--	13	25	56	24	9	1	1	1
A)Ohne Kompl.	--	--	--	--	13	25	55	23	8	1	1	1
B)Mit Kompl.	--	2	--	--	--	1	1	1	1	--	--	--

*: Bezieht sich stets auf die postoperativen Untersuchungen!

b) DAZ

[cs]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0)Alle USen	--	10	36	39	22	9	8	2	2	4
A)Ohne Kompl.	--	7	36	37	22	9	8	2	2	3
B)Mit Kompl.	--	3	--	2	--	--	--	--	--	1

c) r.ATZ

%	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
O)Alle USen	1	2	4	13	16	17	28	20	20	9	4
A)Ohne Kompl.	1	2	4	13	16	16	27	20	18	7	4
B)Mit Kompl.	--	--	--	--	--	1	1	---	2	2	---

d) Kurzer Überblick

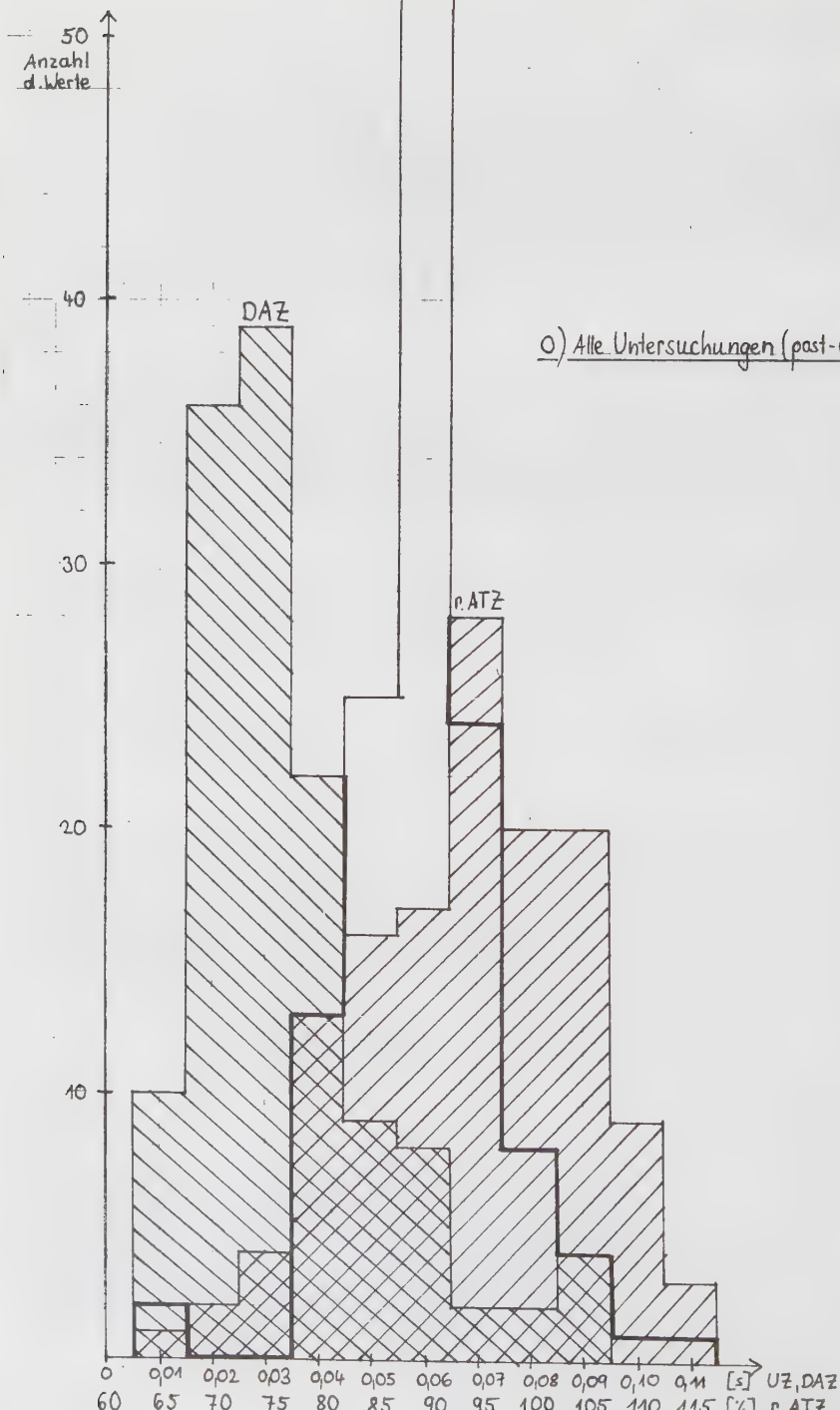
Insgesamt fällt bei O auf, dass bei der UZ eine nahezu sehr gute Normalverteilung erreicht wurde. Nicht so ausgeprägt ist dies bei der DAZ und bei der r.ATZ.

Bei A sind die Verhältnisse kaum verschieden.

Bei B ist eine solche Aussage nicht möglich, da die zu wenigen Werte zu unterschiedlich verteilt sind.

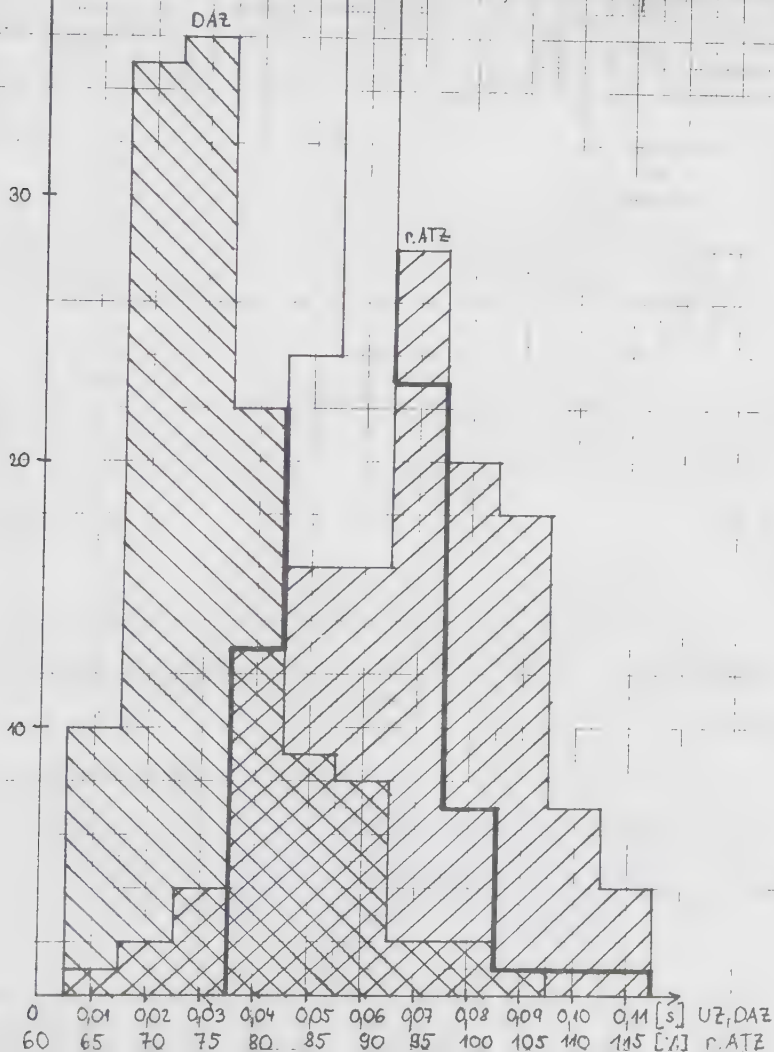
e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.



Anzahl
d. Werte

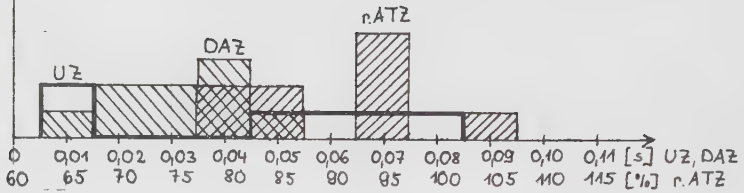
A) Ohne Kompilation



Anzahl
d. Werte

10

B) Mit Komplikation



II/2.21 ----- Untersuchung des Einflusses der Operation

II/2.21 - 0 Interindividueller Vergleich

Im Folgenden bleibt der jeweilige Grad der Ausprägung des Vitiums unberücksichtigt; allerdings ergibt sich eine Operationsindikation in der Regel erst ab einem bestimmten Schweregrad.

Zur Vorgangsweise ist zu sagen, dass die Gesamtgruppe der präoperativen dyn.HZWe (z.B. bei Aortenstenose) der Gesamtgruppe der postoperativen dyn.HZWe (bei Aortenklappenersatz infolge Aortenstenose) gegenübergestellt wird.

Die unterschiedliche Anzahl von Untersuchungen ergibt sich aus der Tatsache, dass nicht bei jedem Patienten vor und nach der Operation eine Untersuchung veranlasst wurde und zur Auswertung zur Verfügung stand.

II/2.21 - 01 Präoperative Aorteninsuffizienz

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	12	0,054	0,011	0,022	0,043-0,065	0,052-0,076
2)Post-OP	43	0,060	0,013	0,026	0,047-0,073	0,034-0,086

Die Zunahme des Mittelwertes beträgt 0,006 s; dabei steigt die Standardabweichung geringfügig um 0,002 s an.

Entsprechend erstrecken sich die s/2s-Bereiche von Gruppe I in einem etwas niedrigerem Bereich.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	12	0,021	0,013	0,026	0,008-0,034	0 -0,047
2)Post-OP	43	0,034	0,017	0,034	0,017-0,051	0 -0,068

Die Zunahme des Mittelwertes von G1 nach G2 ist deutlich (0,013 s).

Gleichzeitig nimmt die Standardabweichung ebenfalls zu, wenn auch vergleichsweise wenig (0,004 s).

Somit überlappen sich die s-Bereiche nur teilweise.

Bei den 2s-Bereichen ist die Überlappung wieder ausgeprägter (hier ist die Untergrenze von 0 s zu beachten).

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	12	111,7	9,9	19,8	101,8-121,6	91,7-131,5
2)Post-OP	43	95,6	9,7	19,4	85,9-105,3	76,2-115,0

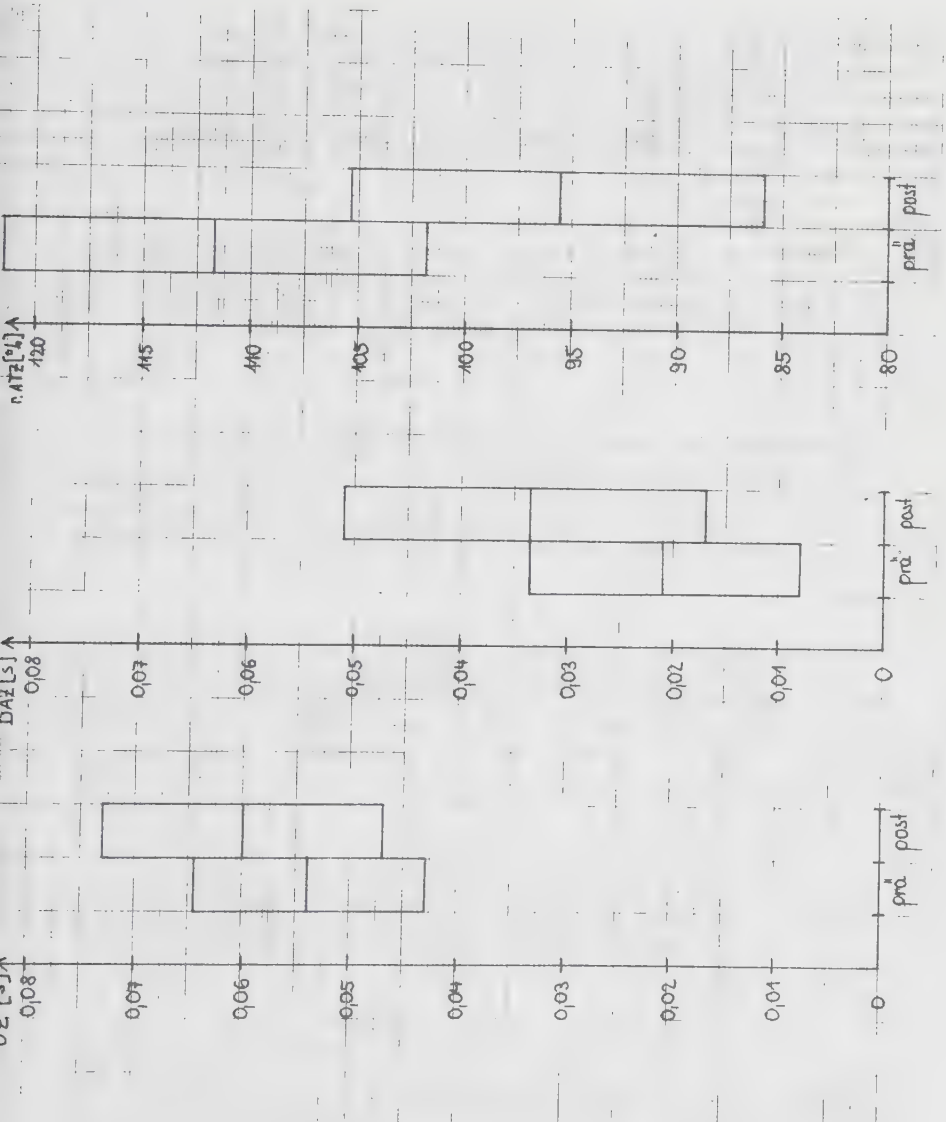
Es kommt zu einer sehr ausgeprägten Abnahme der Mittelwerte (Differenz: 16,1 %).
 Bei fast völlig identischen Standardabweichungen überlappen sich die s-Bereiche nur in einem Gebiet von rd. 3 %.
 Bei den 2s-Bereichen ist die Überlappung demgegenüber ausgeprägter (rd. 23 %).

d) Kurzer Überblick

Durch die Operation kommt es zu einem minimalen Anwachsen der UZ, zu einer deutlichen Zunahme der DAZ, sowie einer ausgeprägten Abnahme der r.ATZ.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.



U_Z, DAZ [s] A [%] P.ATZ

0,08 120

0,07 115

0,06 110

0,05 105

0,04 100

0,03 95

0,02 90

0,01 85

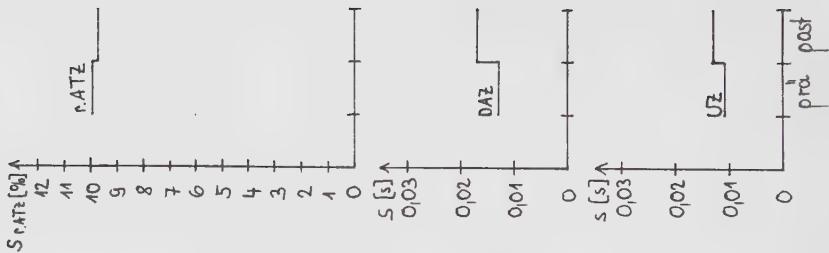
0 80

prů prů

P.ATZ

U_Z

DAZ



II/2.21 - 02 Präoperative Aortenstenose

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	9	0,054	0,011	0,022	0,043-0,065	0,032-0,076
2)Post-OP	21	0,057	0,015	0,030	0,042-0,072	0,027-0,087

Die Mittelwerte unterscheiden sich um 0,003 s.
 Die Standardabweichungen differieren um 0,004 s.
 Die s/2s-Bereiche verlaufen weitgehend parallel, wobei die oberen Grenzen bei G2 etwas höher liegen.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	9	0,039	0,020	0,040	0,019-0,059	0 -0,079
2)Post-OP	21	0,031	0,012	0,024	0,019-0,043	0,007-0,055

Es findet ein Abfall der Mittelwerte um 0,008 s statt.
 Die Standardabweichung von G1 ist trotz der geringeren Zahl von 9 Werten um 0,008 s größer als bei G2.
 Entsprechend bildet sich ein großer s/2s-Bereich bei G1.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1)Prä-OP	9	99,3	7,1	14,2	92,2-106,4	85,1-113,5
2)Post-OP	21	96,4	8,4	16,8	88,0-104,8	79,6-113,2

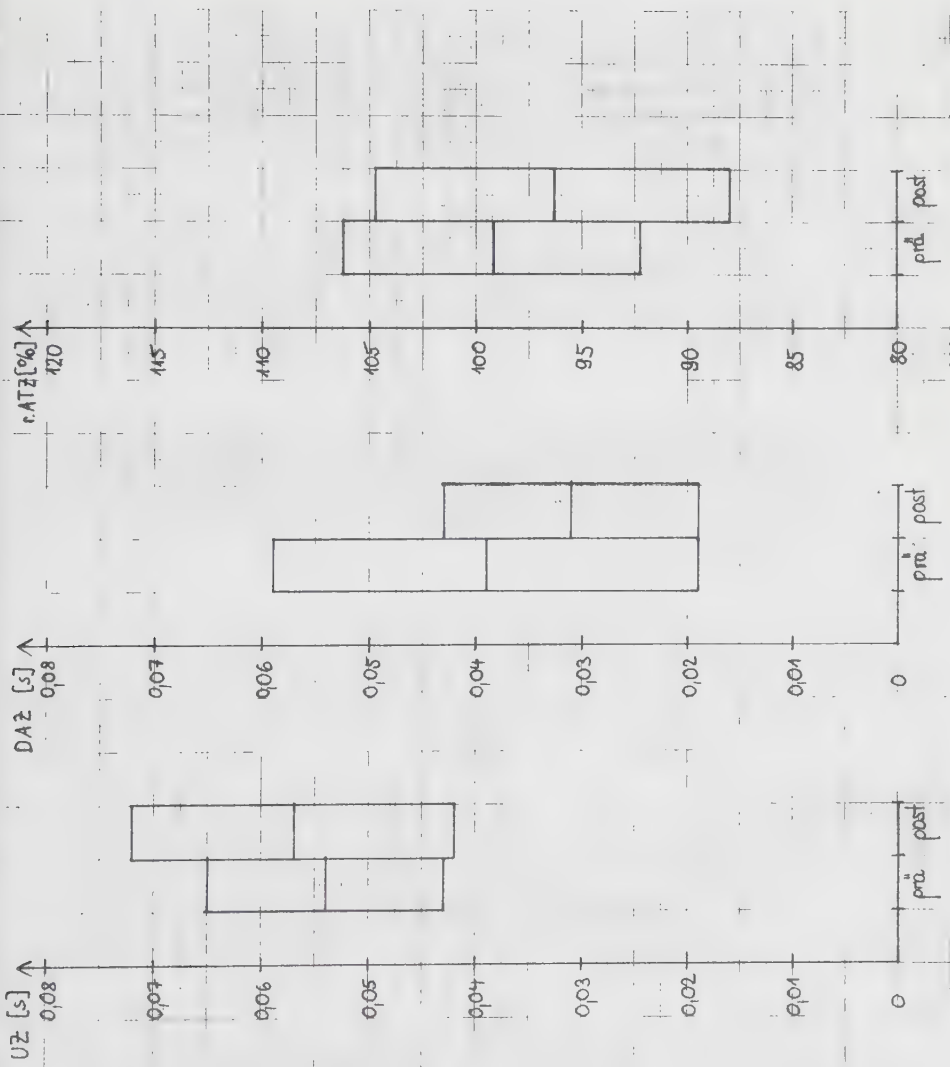
Bei den Mittelwerten kommt es durch die Operation zu einer Abnahme von rd. 3%.
 Hierbei differieren die Standardabweichungen kaum.
 Bei den s/2s-Bereichen unterscheiden sich die oberen Grenzen unwesentlich, während die unteren Grenzen sich vergleichsweise deutlicher voneinander absetzen; dies gilt bei den 2s-Bereichen stärker als bei den s-Bereichen.

d) Kurzer Überblick

Durch die Operation steigt die UZ leicht an, die DAZ fällt im Vergleich dazu etwas stärker ab. Die Abnahme der r.ATZ fällt nicht gross, aber deutlich erkennbar aus.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.



U2, DA2 [s] $\uparrow$ [°] r.AT2

0,08 $\rightarrow$ 120

0,07 $\rightarrow$ 115

0,06 $\rightarrow$ 110

0,05 $\rightarrow$ 105

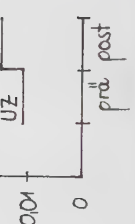
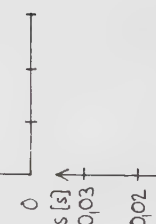
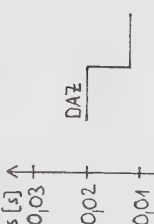
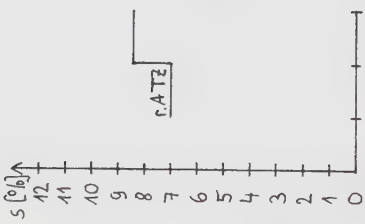
0,04 $\rightarrow$ 100

0,03 $\rightarrow$ 95

0,02 $\rightarrow$ 90

0,01 $\rightarrow$ 85

0 $\rightarrow$ 80



prů prů

prů prů

prů prů

prů prů

prů prů

prů prů

II/2.21 - 03 Präoperatives kombiniertes Aortenvitium

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	22	0,059	0,011	0,022	0,048-0,070	0,037-0,081
2)Post-OP	60	0,061	0,010	0,020	0,051-0,071	0,041-0,081

Die Zunahme der Mittelwerte ist mit 0,002 s gering.
Der Unterschied bei den Standardabweichungen ist mit 0,001 s sogar noch geringer.
Somit ergeben sich nahezu identische s/2s-Bereiche.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1)Prä-OP	22	0,021	0,012	0,024	0,009-0,033	0 -0,045
2)Post-OP	60	0,032	0,017	0,034	0,015-0,049	0 -0,066

Der Unterschied der Mittelwerte beträgt 0,011 s.
Die Differenz der Standardabweichungen ist 0,005 s.
Der somit kleine s-Bereich von G1 liegt tiefer als der grössere s-Bereich von G2.
Bei den 2s-Bereichen sind die unteren Grenzen identisch (0 s!), während die oberen Grenzen um 0,023 s differieren.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1)Prä-OP	24	113,5	9,0	18,0	104,5-122,5	95,5-131,5
2)Post-OP	61	92,5	11,3	22,6	81,2-103,8	69,9-115,1

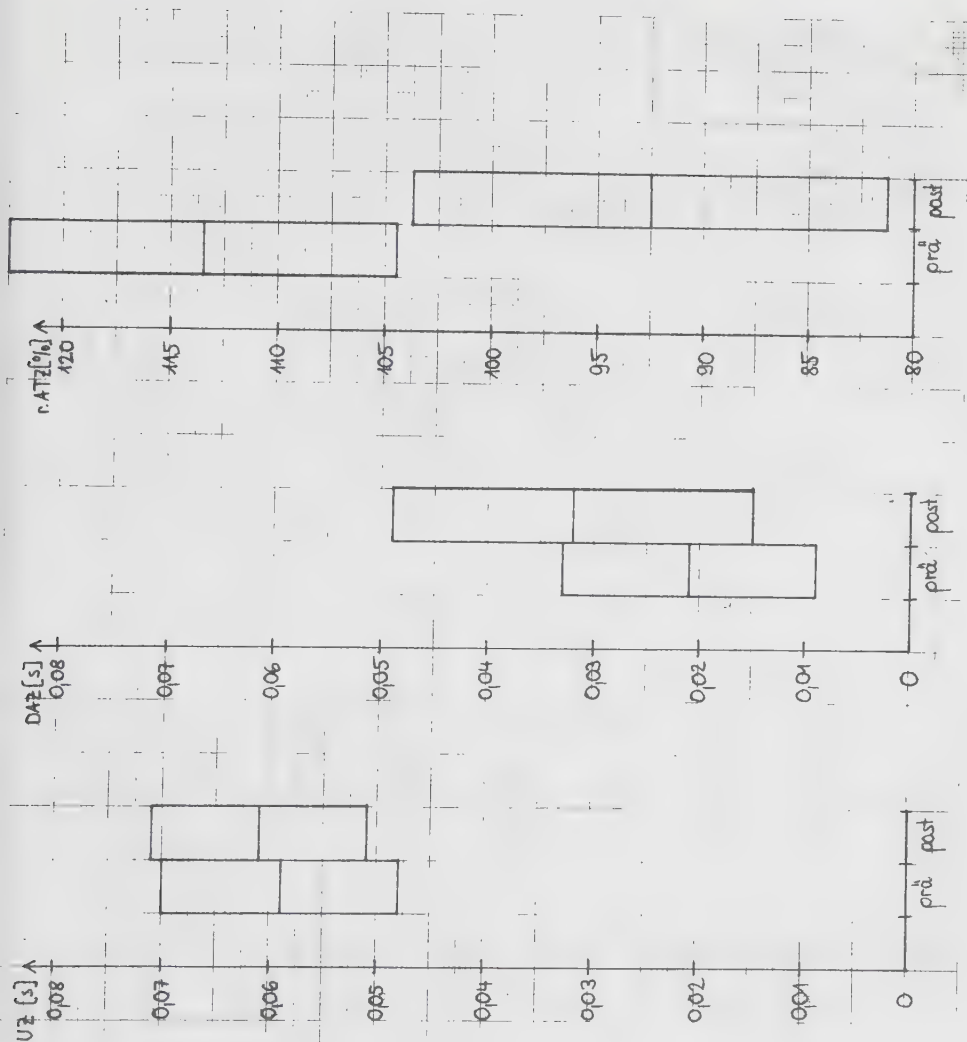
Die Abnahme der Mittelwerte fällt mit 21 % drastisch aus.
Die Standardabweichungen sind von ungefähr der gleichen Grösse.
Somit überlappen sich die s-Bereiche nicht, die 2s-Bereiche hingegen in einem Gebiet von rd. 20 %.

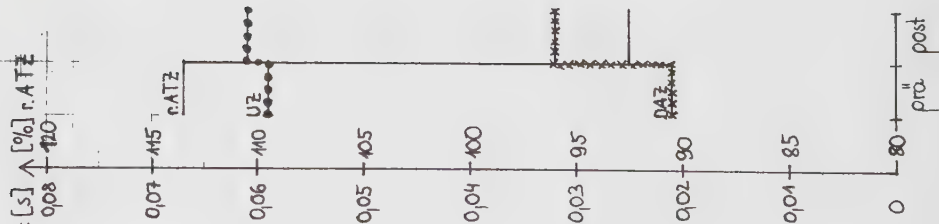
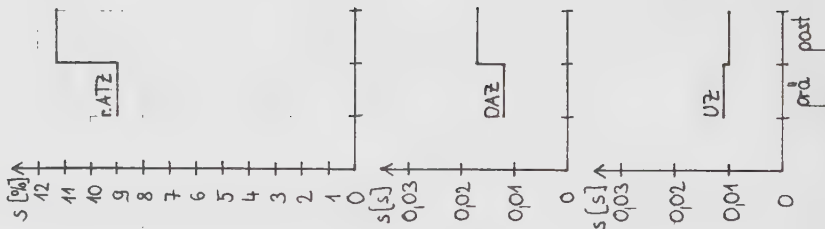
d) Kurzer Überblick

Bei fast unveränderter UZ, steigt die DAZ unübersehbar an, während die r.ATZ sehr ausgeprägt abfällt.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.





II/2.21 - 00 Intraindividueller Vergleich

Um den Einfluss der Operation auf das einzelne Individuum deutlicher herausarbeiten zu können, werden alle Patienten ausgewählt, bei denen

- a) eine prä- und postoperative Untersuchung vorliegen,
- b) die präoperative Untersuchung möglichst kurz vor der Operation lag (in der Regel bis maximal 3 Monate),
- c) die postoperative Untersuchung bis spätestens 2 Monate nach der Operation vorgenommen wurde (bezüglich dieser Beschränkung sei auf die Ergebnisse von II/2.23 verwiesen).

II/2.21 - 001 Präoperative Aorteninsuffizienz

UZ [s]		DAZ [s]		r.ATZ [%]	
prä	post	prä	post	prä	post
0,05	0,07	0,02	0,05	115	75
0,05	0,06	0,02	0,02	110	100
0,04	0,07	0,01	0,03	115	85
0,06	0,04	0,01	0,06	125	85
0,04	0,05	0,01	0,06	135	85
0,05	0,06	0,04	0,03	115	95
0,06	0,06	0,01	0,05	95	85
0,05	0,06	0,02	0,04	110	105

II/2.21 - 002 Präoperative Aortenstenose

Bei insgesamt 3 Patienten bleibt die UZ zweimal unverändert, einmal steigt sie an (Bereich: 0,05 - 0,07 s), steigt die DAZ zweimal an, bleibt einmal gleich (Bereich: 0,01 - 0,05 s), und fällt die r.ATZ dreimal ab (Bereich: 85 - 105 %).

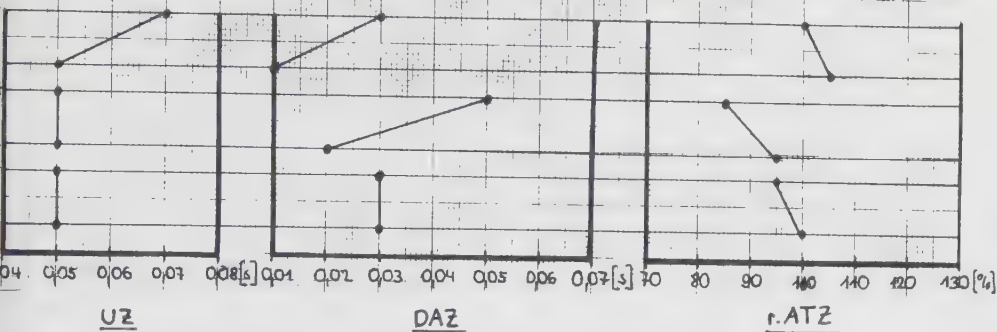
II/2.21 - 003 Präoperatives kombiniertes Aortenvitium



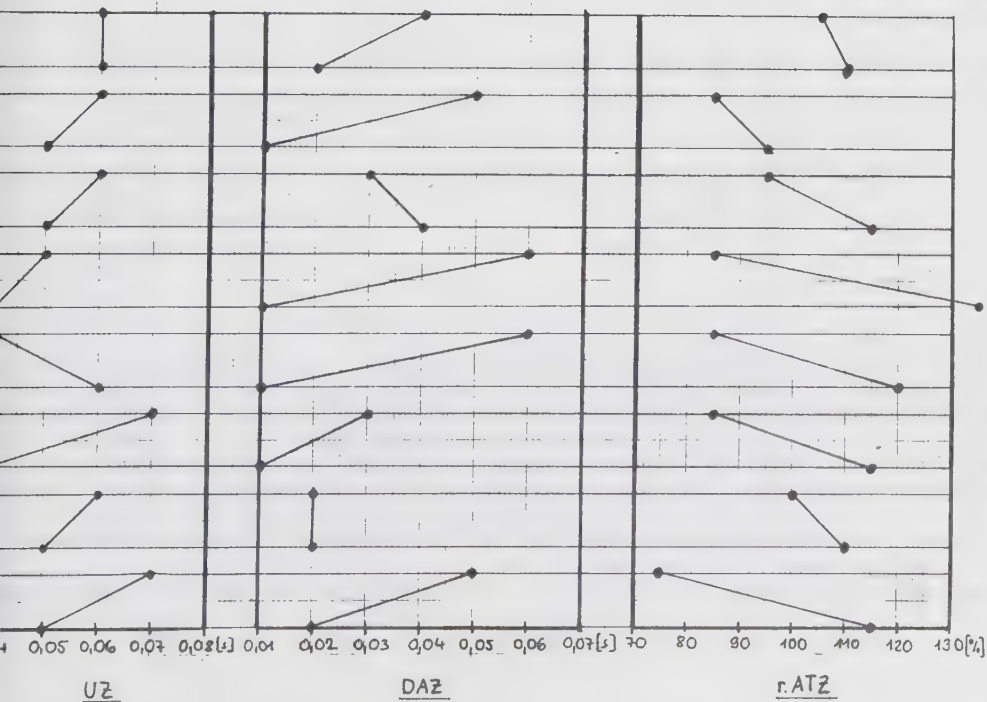
UZ [s]		DAZ [s]		r.ATZ [%]	
prä	post	prä	post	prä	post
0,06	0,05	0,03	0,05	115	80
0,05	0,06	0,01	0,02	110	105
0,06	0,06	0,02	0,03	105	85
0,07	0,06	0,01	0,03	130	100
0,08	0,06	0,01	0,06	120	100
0,08	0,06	0,02	0,03	120	85
0,06	0,07	0,01	0,01	120	95
0,06	0,06	0,03	0,02	100	85
0,05	0,06	0,01	0,04	115	100
0,06	0,07	0,01	0,03	110	85
0,06	0,06	0,02	0,03	110	75
0,04	0,06	0,05	0,03	105	75
0,07	0,05	0,01	0,04	115	90
0,06	0,07	0,01	0,03	115	70
0,05	0,06	0,04	0,01	100	75

Bezüglich der graphischen Darstellung der Werte sei auf die nächsten Seiten verwiesen.

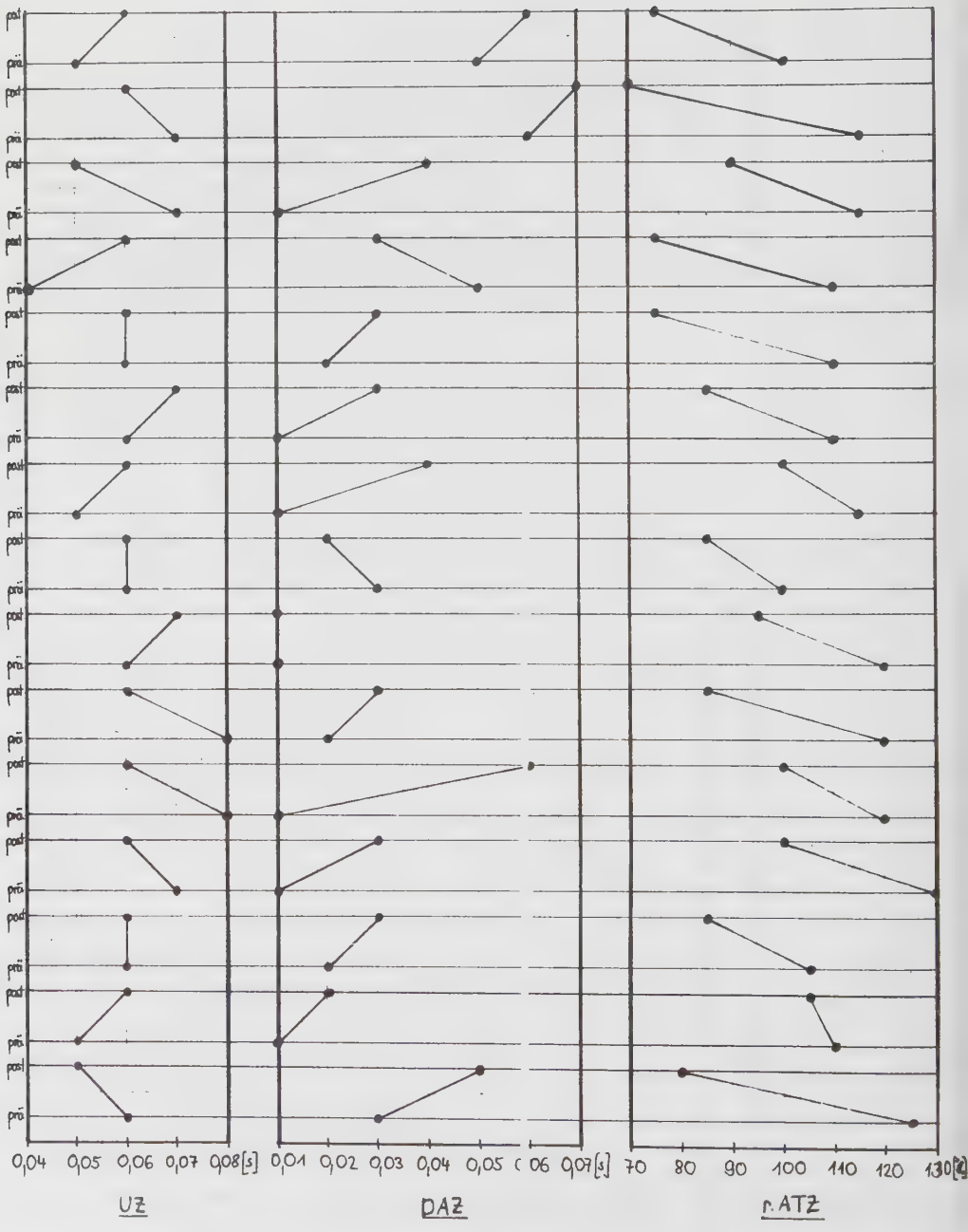
präoperative Aortenstenose



präoperative Aorteninsuffizienz



präoperativ Kombiniertes Aortenritium



II/2.22 Untersuchung des Einflusses des Operationsalters

Ziel dieser Untersuchung soll die Klärung der Frage sein, ob und inwieweit das Operationsalter einen Einfluss auf das Verhalten der dyn. HZWe ausübt.

Da Herzklappenprothesen nicht so häufig in der Jugend implantiert werden, ergibt sich eine Häufung der Untersuchungen in den Gruppen 3 und 4 (vgl. auch III/2.22).

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) unter 30	4	0,065	0,010	0,020	0,055-0,075	0,045-0,085
2) 31-40	23	0,060	0,011	0,022	0,049-0,071	0,038-0,082
3) 41-50	50	0,058	0,009	0,018	0,049-0,067	0,040-0,076
4) 51-60	44	0,060	0,012	0,024	0,048-0,072	0,036-0,084
5) über 60	5	0,058	0,004	0,008	0,054-0,062	0,050-0,066

Die Mittelwerte der Gruppen 2 - 5 liegen eng beieinander; bei G1 besteht demgegenüber eine deutlichere Abweichung nach oben.

Die Standardabweichungen liegen von G1 - G4 im demselben, engen Bereich (0,009 s - 0,012 s), während bei G5 die besonders geringe Standardabweichung auffällt.

Hieraus folgt, dass die s/2s-Bereiche sich weitgehend überlappen, wobei der 2s-Bereich bei G5 sich innerhalb der engsten Grenzen bewegt.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) unter 30	4	0,040	0,014	0,028	0,026-0,054	0,012-0,068
2) 31-40	23	0,031	0,013	0,026	0,018-0,044	0,005-0,057
3) 41-50	50	0,033	0,018	0,036	0,015-0,051	0 - -0,069
4) 51-60	44	0,034	0,016	0,032	0,018-0,050	0,002-0,066
5) über 60	5	0,028	0,004	0,008	0,024-0,032	0,020-0,036

Die Mittelwerte der Gruppen 2 - 4 (0,031 s - 0,034 s) liegen eng beieinander; eine kleinere Abweichung nach unten tritt bei G5, eine grössere Abweichung bei G1 auf. Die Standardabweichungen bei den Gruppen 1 - 4 sind in etwa gleich gross; auffallend ist die sehr kleine Standardabweichung bei G5 (0,004 s). Entsprechend ergeben sich für die s/2s-Bereiche von G1 - G4 obere Grenzen, die - z.T. - etwas stärker schwanken; die Bereiche bei G5 sind erwartungsgemäss klein.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1) unter 30	4	93,7	8,5	17,0	85,2-102,2	76,7-110,7
2) 31-40	23	99,3	6,6	13,2	92,7-105,9	86,1-112,5
3) 41-50	51	92,5	11,6	23,2	80,9-104,1	69,3-115,7
4) 51-60	45	93,8	10,5	21,0	83,3-104,3	72,8-114,8
5) über 60	5	90,0	7,0	14,0	83,0- 97,0	76,0-104,0

Die Mittelwerte der Gruppen 1, 3 und 4 liegen eng zusammen, der Mittelwert von G5 schert etwas nach unten hin, derjenige von G2 - vergleichsweise - stärker nach oben hin aus. Bei G2 (auch bei G5) sind die geringsten Standardabweichungen zu finden, während diejenigen von G3 und G4 grösser ausfallen; die Standardabweichung von G1 nimmt einen mittleren Platz ein.

Die z.T. sehr breiten s-Bereiche überlappen sich sehr stark; noch stärker allerdings die s-Bereiche. Bei G2 und G5 sind dabei die kleinsten s/2s-Bereiche festzustellen.

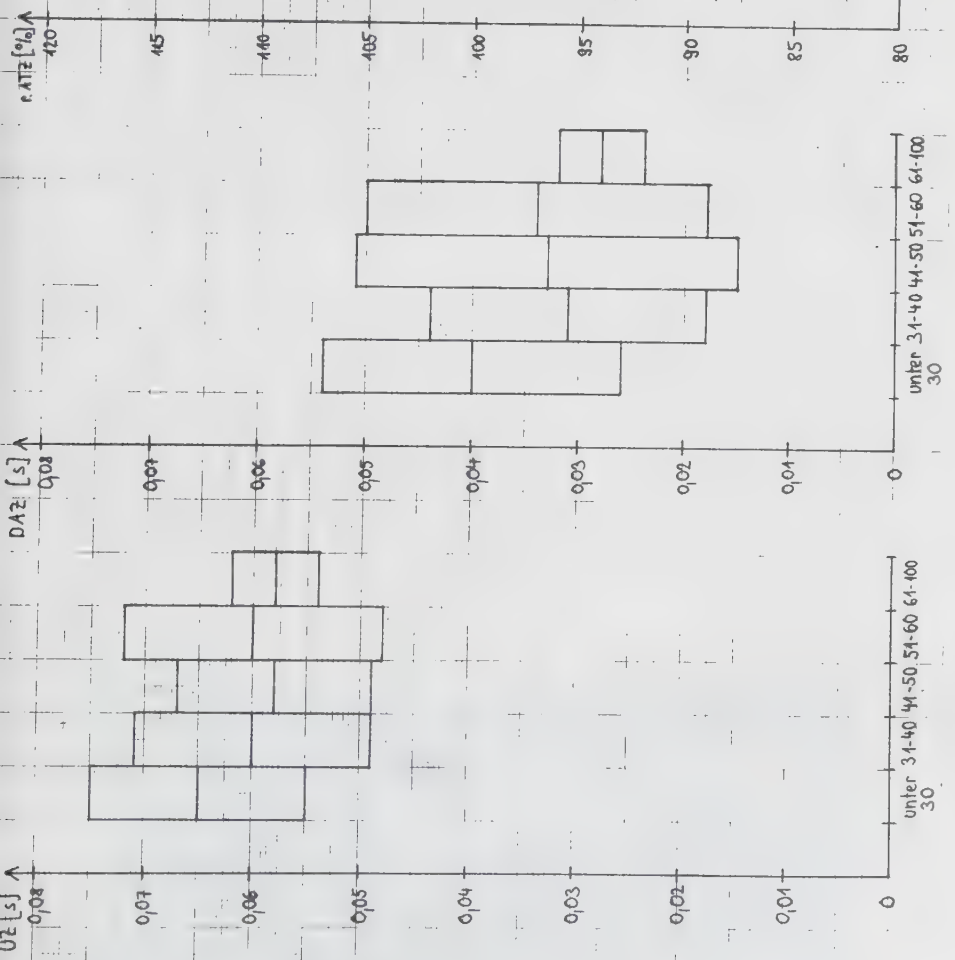
d) Kurzer Überblick

Die Mittelwerte für UZ und DAZ liegen bei der Gruppe 1 (unter 30 Jahre) am höchsten, um sich anschliessend - relativ eng zusammenliegend - in einem Bereich von 0,002 s einzupendeln (= Bereich für UZ; Bereich für DAZ: 0,006 s).

Bei der r.ATZ liegt das Maximum bei G2; das Minimum der DAZ hingegen, ist bei G5 zu finden. Auffallend sind wiederum die relativ hohen Standardabweichungen der DAZ, und umgekehrt, die sehr geringen Standardabweichungen aller HZWe bei der Gruppe 5.

e) Graphische Darstellung

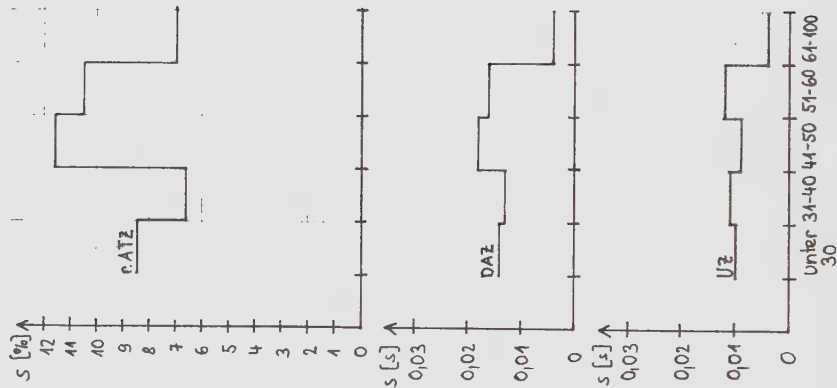
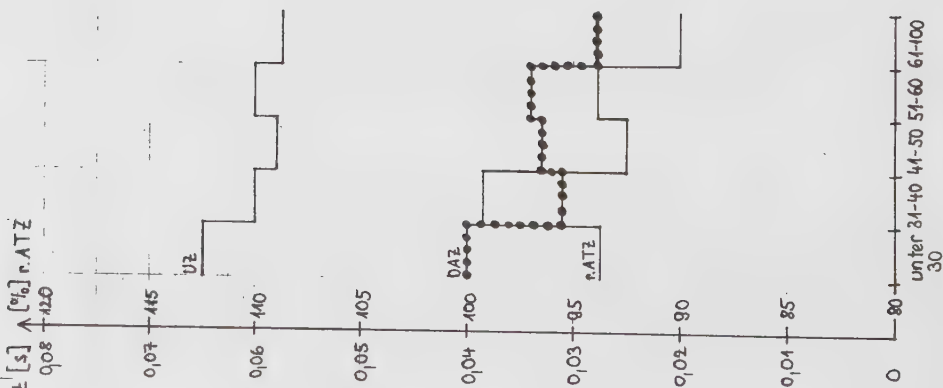
Nächste Seite.



U_Z, DAZ [s]

↑ [%]

c.ATZ



II/2.23 Untersuchung des Einflusses des Zeitabstandes einer Untersuchung von der Operation

Wie bereits in II/1.2 betont, soll hier versucht werden, zu klären, ob die Länge des Abstandes einer Untersuchung von der Operation einen Einfluss auf das Verhalten der dyn.HZWe zeitigt.

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) 0- 1M.	37	0,061	0,009	0,018	0,052-0,070	0,043-0,079
2) 2- 3M.	7	0,062	0,013	0,026	0,049-0,075	0,036-0,088
3) 4- 6M.	17	0,057	0,006	0,012	0,051-0,063	0,045-0,069
4) 7-12M.	20	0,055	0,010	0,020	0,045-0,065	0,035-0,075
5) 13-24M.	23	0,060	0,014	0,028	0,046-0,074	0,032-0,088
6) 25-36M.	12	0,058	0,005	0,010	0,053-0,063	0,048-0,068
7) 37-100M.	10	0,064	0,014	0,028	0,050-0,078	0,036-0,092

Die Mittelwerte liegen nahezu alle in der Nähe von 0,060 s; insgesamt reichen sie von 0,055 s - 0,064 s.

Die Standardabweichungen unterscheiden sich z.T. sehr deutlich, wobei hier die Zahl der jeweils durchgeführten Untersuchungen nicht positiv mit der Grösse der Standardabweichung korreliert: So wird z.B. bei G6 mit 12 Untersuchungen die niedrigste Standardabweichung von 0,005 s erreicht, während bei G2 - mit der geringsten Zahl an Untersuchungen - die beinahe höchste Standardabweichung (0,013 s) vorliegt.

Entsprechend überlappen sich die s/2s-Bereiche in den mittleren Anteilen, während die oberen und unteren Grenzen - vor allem bei den 2s-Bereichen - teilweise deutliche Unterschiede aufweisen.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) 0- 1M.	37	0,035	0,018	0,036	0,017-0,053	0 - -0,071
2) 2- 3M.	7	0,045	0,027	0,054	0,018-0,072	0 - -0,099
3) 4- 6M.	17	0,030	0,014	0,028	0,016-0,044	0,002-0,058
4) 7-12M.	20	0,032	0,013	0,026	0,019-0,045	0,006-0,058
5) 13-24M.	23	0,029	0,013	0,026	0,016-0,042	0,003-0,055
6) 25-36M.	12	0,035	0,015	0,030	0,020-0,050	0,005-0,065
7) 37-100M.	10	0,033	0,013	0,026	0,020-0,046	0,007-0,059

Mit Ausnahme von G2 ($\bar{x} = 0,045$ s) liegen alle Mittelwerte in einem Bereich zwischen 0,029 s und 0,035 s. Die Standardabweichungen differieren kaum; Ausnahme: G2 (0,027 s; geringe Anzahl von Untersuchungen!). Die s/2s-Bereiche liegen von G2 - G7, bei insgesamt starker Überschneidung, in ihren Grenzen nicht sehr weit auseinander; bei G1 und insbesondere bei G2 besteht hievon eine Abweichung.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1) 0- 1M.	37	85,2	8,2	16,4	77,0- 93,4	68,8-101,6
2) 2- 3M.	7	89,2	9,7	19,4	79,5- 98,9	69,8-108,6
3) 4- 6M.	17	94,1	11,2	22,4	82,9-105,3	71,7-116,5
4) 7-12M.	22	95,9	7,5	15,0	88,4-103,4	80,9-110,9
5) 13-24M.	23	101,0	6,0	12,0	95,0-107,0	89,0-113,0
6) 25-36M.	12	101,2	8,2	16,4	93,0-109,4	84,8-117,6
7) 37-100M.	10	102,5	8,2	16,4	94,3-110,7	86,1-118,9

Die Mittelwerte von G1 - G7 folgen einer klar erkennbaren, ansteigenden Linie, wobei dies von G1 - G4 stärker der Fall ist, wie von G5 - G7.

Die Standardabweichungen steigen von G1 - G3 etwas an, fallen bei G4 und G5 ab und streben anschliessend wieder dem Ausgangswert zu; dies spielt sich in einem Bereich von rd. 5% ab.

Die s/2s-Bereiche steigen mit ihren unteren Grenzen bis zu zwei Gipfelpunkten (G5: 95,0 % bzw. 89,0 %; G7: 94,3 % bzw. 86,1 %) an. Bei G6 ist zwischenzeitlich ein leichter Rückgang auf 93,0 % bzw. 84,8 % auszumachen.

Die oberen Grenzen der s/2s-Bereiche besitzen ebenfalls zwei Gipfelpunkte, und zwar bei G7 (Maximum) und bei G3, sodass der kontinuierliche Anstieg der oberen Grenzen bei G4 und G5 unterbrochen erscheint.

d) Kurzer Überblick

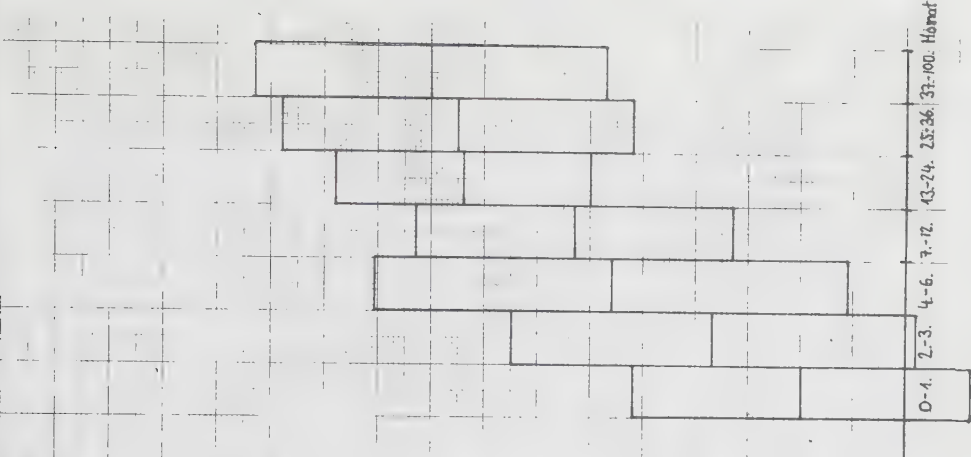
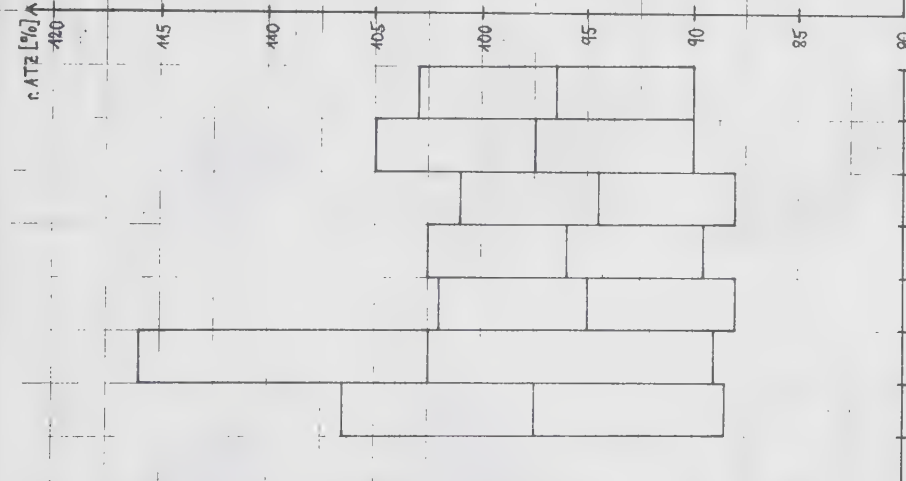
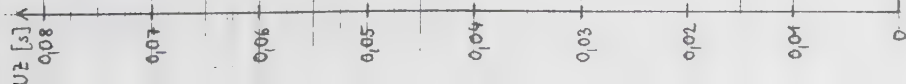
Bei der Umformungszeit steigen die Mittelwerte von G1 nach G2 leicht an, fallen anschliessend ab und übertreffen gegen Ende ihren Ausgangswert.

Die Mittelwerte der DAZ liegen in einem engen Bereich von 0,06 s zusammen, wobei der Mittelwert von G2 diesbezüglich eine Ausnahme macht und nach oben hin ausschert.

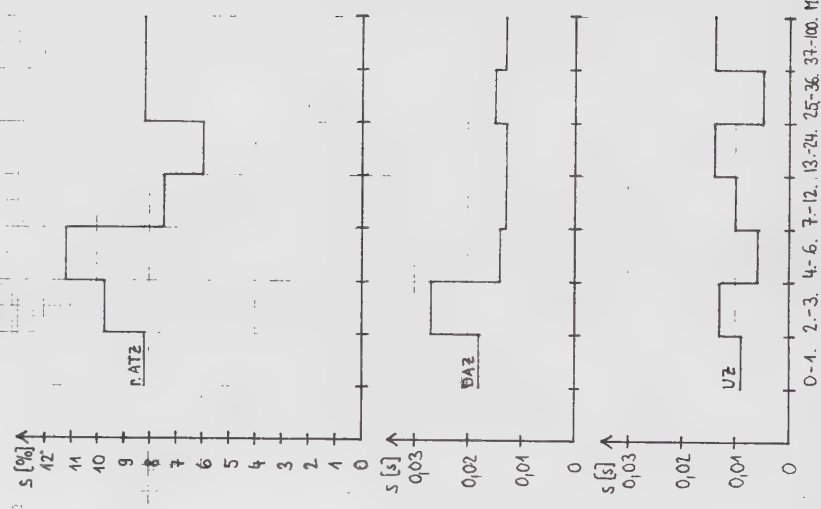
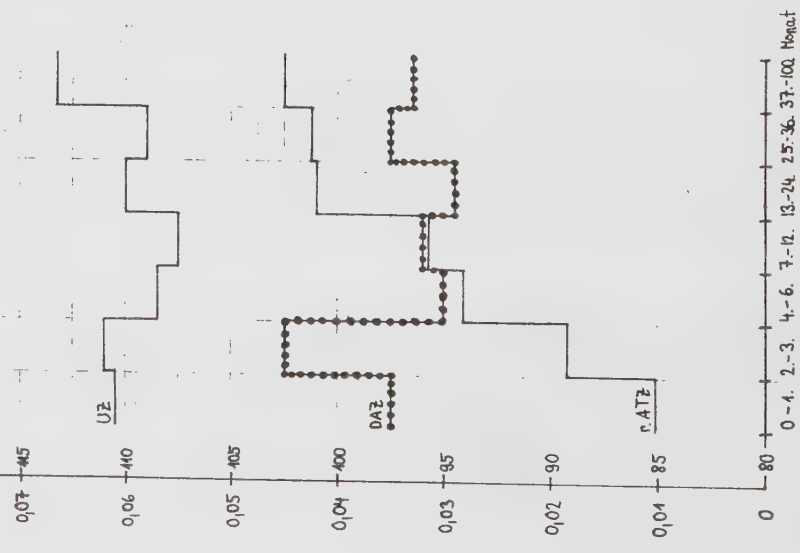
Die ansteigende Tendenz der Mittelwerte bei der r.ATZ wurde schon hervorgehoben.

Die Standardabweichungen der DAZ sind - absolut gesehen - grösser als die der UZ.

e) Graphische Darstellung



U₂, DA₂ [s] Δ [‰] r.AT₂



II/2.24==== Untersuchung des Einflusses der Prothesenart

II/2.24 - 1 Vergleich an Hand der Fabrikationstypen

In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, wie sich die einzelnen Fabrikationstypen untereinander bezüglich der dyn.HZwe verhalten.

Insgesamt scheinen 6 Typen im Auswertungsgut auf:

- a) Björk-Shiley
- b) Lillehei-Caster
- c) Starr-Edwards-Kugel
- d) Smeloff-Cutter*
- e) Xenograft-Edwards
- f) Hancock*



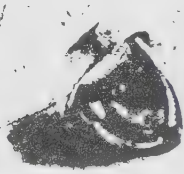
a) aus 78



b) aus 41



c) aus 41



d) aus 43



e) aus 38

Aufgrund der Tatsache, daß diese Prothesen (d + e) nur jeweils einmal vertreten waren, können sie hier nicht berücksichtigt werden.

* Hinweis (vgl. II/2.24 - 2)

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) Bj.-Sh.	84	0,059	0,011	0,022	0,048-0,070	0,037-0,081
2) St.-Ed.-Ku.	14	0,059	0,013	0,026	0,046-0,072	0,033-0,085
3) Li.-Ca.	21	0,060	0,010	0,020	0,050-0,070	0,040-0,080
4) Xenogr.-Ed.	5	0,063	0,005	0,010	0,058-0,068	0,053-0,073

Die Mittelwerte von G1 - G3 liegen sehr nahe zusammen (0,059 s - 0,060 s); bei G4 besteht eine geringfügige Abweichung nach oben (0,063 s). Die Standardabweichungen von G1 - G3 differieren kaum. Auffallend ist die sehr kleine Abweichung bei G4 mit 0,005 s; allerdings liegen hier nur 5 Werte zugrunde. Die s-Bereiche, im geringeren Masse auch die 2s-Bereiche, überdecken sich von G1 - G3 fast vollkommen, während bei G4 - aufgrund des engen Bereiches an sich - diesbezüglich Abstriche zu machen sind.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) Bj.-Sh.	84	0,035	0,017	0,034	0,018-0,052	0,001-0,069
2) St.-Ed.-Ku.	14	0,030	0,011	0,022	0,019-0,041	0,008-0,052
3) Li.-Ca.	21	0,028	0,015	0,030	0,013-0,043	0 -0,058
4) Xenogr.-Ed.	5	0,030	0,012	0,024	0,018-0,042	0,006-0,054

Die Mittelwerte von G2 - G4 (0,028 s - 0,030 s) liegen sehr dicht zusammen, der Mittelwert bei G1 weicht davon geringfügig nach oben ab. Die Standardabweichungen differieren vergleichsweise stärker als die Mittelwerte, jedoch nicht erheblich: Minimum bei G2 (0,011 s), Maximum bei G1 (0,017 s). Die unteren Grenzen der s/2s-Bereiche weichen nicht sehr stark voneinander ab. Bei den 2s-Bereichen spielt dabei die Tatsache eine Rolle, dass der Wert von 0 s nicht unterschritten werden kann. Die oberen Grenzen von G2 - G4 liegen verhältnismässig eng zusammen; dies gilt sowohl für die s-, als auch für die 2s-Bereiche. Bei G1 besteht eine Ausnahme, was auf den verhältnismässig hohen Mittelwert und die relativ grosse Standardabweichung zurückzuführen sein dürfte.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1) Bj.-Sh.	86	92,6	10,1	20,2	82,5-102,7	72,4-112,8
2) St.-Ed.-Ku.	14	104,3	8,2	16,4	96,1-112,5	87,9-120,7
3) Li.-Ca.	21	95,4	9,4	18,8	86,0-104,8	76,6-114,2
4) Xenogr.-Ed.	5	85,8	7,3	14,6	78,5- 93,1	71,2-100,4

Was die Mittelwerte anbelangt, bestehen z.T. sehr deutliche Unterschiede. Der höchste Mittelwert liegt bei G2 vor, der niedrigste hingegen bei G4; in der Mitte befindet sich derjenige von G3, ein bißchen nach unten hin verlagert derjenige von G1. Der Unterschied zwischen G2 und G4 beträgt knapp 20 %.

Die Differenzen der Standardabweichungen sind bei weitem nicht so ausgeprägt.

Für die s-Bereiche ergibt sich daraus, dass zwischen G2 und G4 nicht einmal eine Berührung besteht, und auch die Überschneidungen zwischen den Bereichen der anderen Gruppen zum Teil nur im Grenzbereich stattfinden.

Im 2s-Bereich verwischen diese Tatbestände wieder etwas, sodass die Überschneidungen hier ein grösseres Ausmass erreichen.

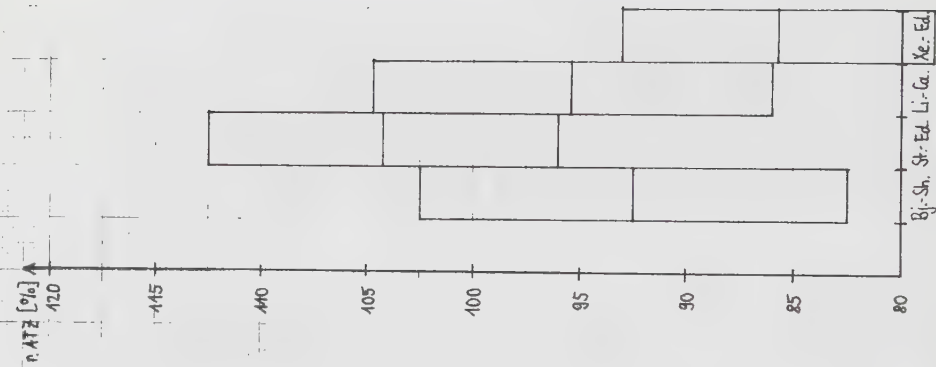
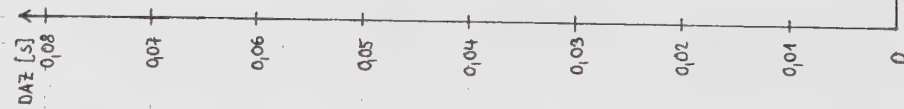
d) Kurzer Überblick

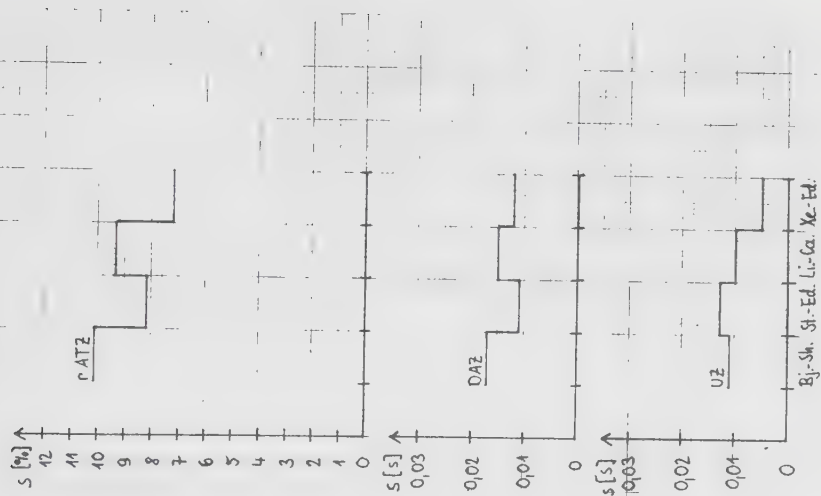
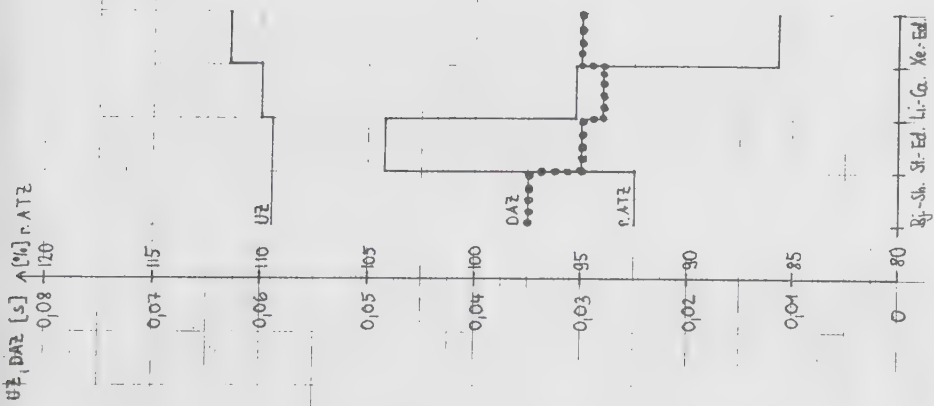
Bei der UZ differieren die Mittelwerte der einzelnen Gruppen kaum und bewegen sich in einem relativ engen Bereich; dergleichen gilt - wenn auch nicht so ausgeprägt - für die DAZ.

Bei der r.ATZ kommt es zu deutlichen Unterschieden zwischen den einzelnen Gruppen: Bei G4 befindet sich der niedrigste Mittelwert, bei G2 der höchste, wobei der Unterschied zwischen beiden Gruppen 20 % beträgt. Die Mittelwerte der Gruppen 1 und 2 nehmen dazwischen mittlere Positionen ein.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.





II/2.24 - 2 Vergleich an Hand des Konstruktions- mechanismus

Den in II/2.24 - 1 aufgeführten Prothesen liegt jeweils ein bestimmtes Funktionskonzept zugrunde. So kann man grob zwischen Kugel- und Scheibenklappen unterscheiden. Neben diesen Erzeugnissen auf anorganischer Basis, sind in letzter Zeit mehr und mehr sog. "Bio-Prothesen" aufgetreten, die aus speziell präpariertem Gewebe (überwiegend Schweineklappen) bestehen.

Es ergeben sich somit 3 verschiedene Funktionsmechanismen und entsprechend diese 3 Gruppen:

Gruppe 1: Scheibe mit Hebel (Abk. Scheibe)

- a) Björk-Shiley
- b) Lillehei-Caster

Gruppe 2: Kugel

- c) Starr-Edwards-Kugel
- d) Smeloff-Cutter*

Gruppe 3: Bio

- e) Xenograft-Edwards
- f) Hancock*

Damit erscheinen die in II/2.24 - 1 ausgesparten Prothesen hier in Gruppe 2 und 3.

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) Scheibe	105	0,059	0,010	0,020	0,049-0,069	0,039-0,079
2) Kugel	15	0,059	0,013	0,026	0,046-0,072	0,033-0,085
3) Bio	6	0,063	0,005	0,010	0,058-0,068	0,053-0,073

Die Mittelwerte liegen um den Wert von 0,06 s sehr dicht zusammen, wobei $\bar{x}_1$ und $\bar{x}_2$ sogar identisch sind und nur $\bar{x}_3$ minimal nach oben hin abweicht.

Die Standardabweichungen von G1 und G2 differieren kaum; auffallend ist die kleine Standardabweichung bei G3 (0,005 s; Fallzahl!).

Bei G1 und G2 überdecken sich die s-Bereiche, und - etwas weniger deutlich - die 2s-Bereiche erheblich; die kleinen s/2s-Bereiche von G3 sind in denjenigen von G1 und G2 vollkommen enthalten.

*Hinweis (vgl. II/2.24 - 1)

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) Scheibe	105	0,034	0,017	0,034	0,017-0,051	0 -0,068
2) Kugel	15	0,030	0,011	0,022	0,019-0,041	0,008-0,052
3) Bio	6	0,030	0,012	0,024	0,018-0,042	0,006-0,054

Während diesmal die Mittelwerte von G2 und G3 identisch sind, weicht derjenige von G1 geringfügig nach oben ab.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Standardabweichungen: Zwischen G2 und G3 besteht lediglich eine Differenz von 0,001 s; mit deutlicherem Abstand folgt G1 mit einem Wert von 0,017 s nach oben hin. Entsprechend liegen die s/2s-Bereiche von G2 und G3 weitgehend nebeneinander, während der 2s-Bereich von G1 umfangreicher ausfällt und damit die Bereiche von G2 und G3 vollständig einfasst.

c) r.ATZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1) Scheibe	107	93,2	10,0	20,0	83,2-103,2	73,2-113,2
2) Kugel	15	104,3	8,2	16,4	96,1-112,5	87,9-120,7
3) Bio	6	85,8	7,3	14,6	78,5- 93,1	71,2-100,6

Die Mittelwerte von G2 und G3 unterscheiden sich sehr deutlich, der Mittelwert von G1 nimmt dazwischen einen mittleren Platz ein.

Die kaum differierenden Standardabweichungen ergeben für die s/2s-Bereiche folgendes: Am tiefsten liegen diejenigen von G3, am höchsten diejenigen von G2, wobei zwischen den s-Bereichen dieser beiden Gruppen keine Überschneidungen auftreten. Die s/2s-Bereiche von G1 nehmen mit ihrer Ausdehnung einen mittleren Platz ein.

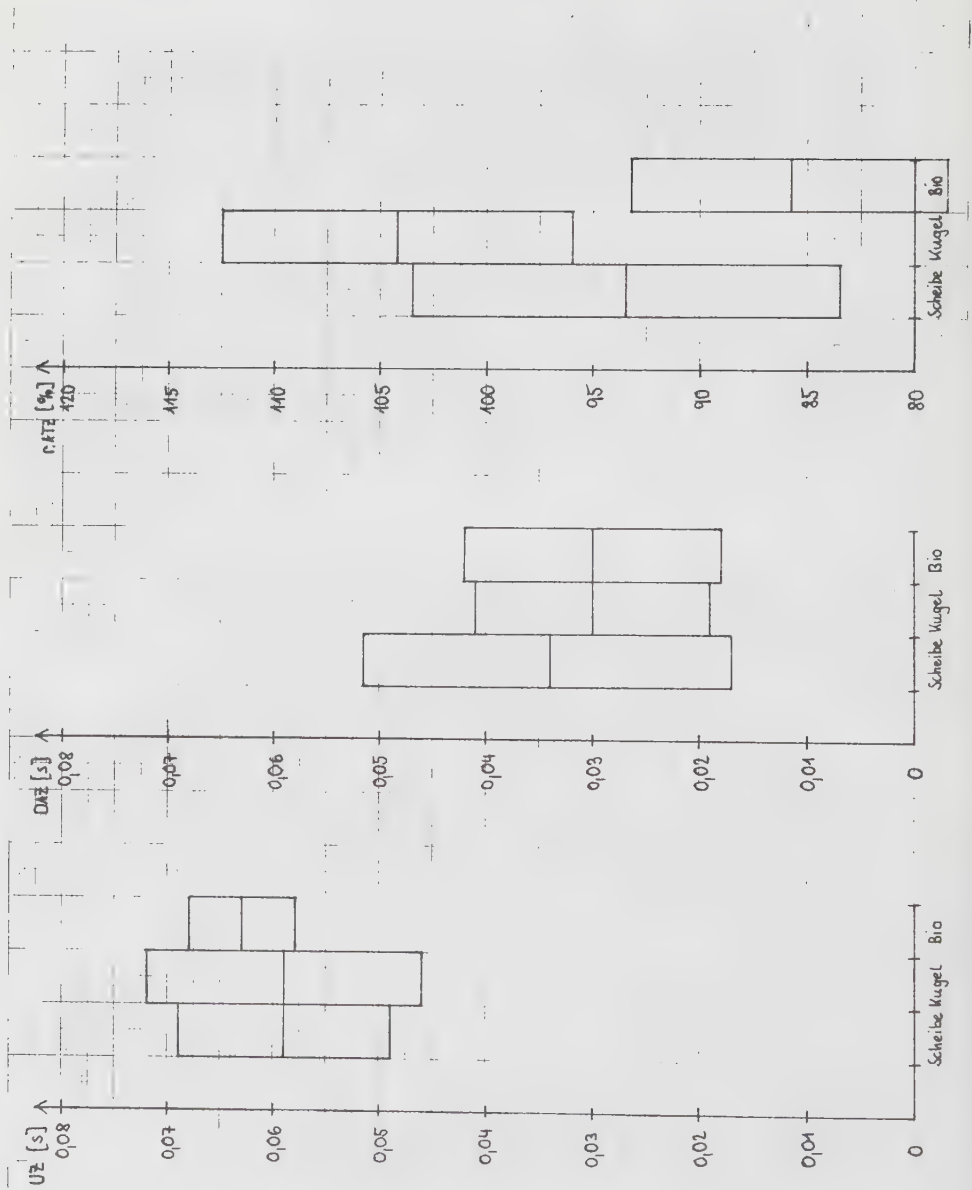
d) Kurzer Überblick

Die Mittelwerte für UZ und DAZ liegen in einem relativ engen Bereich sehr nahe beieinander.

Bei der r.ATZ bestehen zwischen den Gruppen z.T. deutliche Unterschiede; so wird der höchste Mittelwert bei G2 erreicht, der niedrigste bei G3, wobei die Differenz rd. 20 % beträgt. G1 nimmt mit ihrem Mittelwert eine mittlere Lage ein.

e) Graphische Darstellung

Nächste Seite.



U.Z. PAZ [s] 1000 PAZ

0,08 1020

0,07 115

0,06 140 UZ

0,05 105

0,04 100

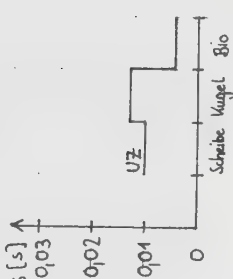
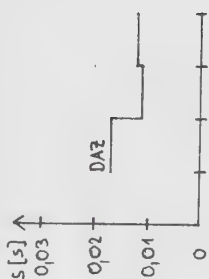
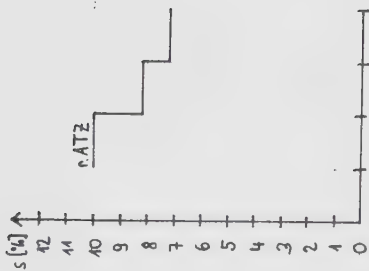
0,03 95

0,02 90

0,01 85

0 80

Schneide Kugel 810



II/2.25 Untersuchung des Einflusses von EKG-Veränderungen

Wie aus der bildlichen Darstellung in I/2.31 hervorgeht, stellt das EKG - neben CPK und PKG - den dritten Faktor für die Bestimmung der dyn.HZWe dar; zugleich ist es aber auch derjenige Faktor, der den mannigfaltigsten Veränderungen, und zwar auf Grund verschiedenster Einflüsse ausgesetzt sein kann. Ihre mögliche Einwirkung auf das Verhalten der dyn. HZWe näher zu beleuchten, soll hier versucht werden (vgl. II/1.2 und II/1.33).

Zur Methodik der Auswertung müssen 2 Punkte vorausgeschickt werden:

- Von den im Rahmen der EKG-Befundung erfaßten Veränderungen wurden maximal 3 festgehalten (vgl. II/1.33).
- Sobald mehr als eine Veränderung vorlagen, werden diese jeweils getrennt abgehandelt. Somit erscheinen die dyn.HZWe einer Untersuchung entsprechend öfters, maximal drei Mal.

Im einzelnen wurden folgende Veränderungen erfaßt (vgl. II/1.33):

- Linkshypertrophie (bzw. - zeichen)
- ST-Senkung und/oder Infarkt (bzw. -zeichen).
- Absolute Arrhythmie.
- Rechtsschenkelblock.
- Linksschenkelblock.
- AV-Block I. Grades.

Außerdem wurden die Untersuchungen, bei denen keine EKG-Veränderungen vorlagen, getrennt erfaßt (G7); die hierbei gewonnenen Ergebnisse dienen - neben den Werten für Herzgesunde - vor allem zu Vergleichszwecken.

a) UZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1) LH	67	0,060	0,010	0,020	0,050-0,070	0,040-0,080
2) Senk./Inf.	2	0,065	0,007	0,014	0,058-0,072	0,051-0,079
3) aA	11	0,067	0,009	0,018	0,058-0,072	0,049-0,085
4) RSB	8	0,057	0,013	0,026	0,044-0,070	0,031-0,083
5) LSB	9	0,063	0,016	0,032	0,047-0,079	0,031-0,095
6) AV-Bl. I	26	0,059	0,013	0,026	0,046-0,072	0,033-0,085
7) Ohne Ver.	40	0,058	0,009	0,018	0,049-0,067	0,040-0,076

Die Mittelwerte bewegen sich in einem Bereich von 0,057 s - 0,067 s. Dabei bildet die Gruppe 4 die untere Grenze, nach oben gefolgt von G7, G6 und G1. Die Spitze führt G3.

an, darunter scheint G2 mit 0,065 s auf; letztere sei aber aufgrund der geringen Anzahl von 2 Werten (!) nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Die Standardabweichungen sind bei G1, G2, G3, G7, sowie G4, G5 und G6 von ungefähr gleicher Grössenordnung. Bei G7 fällt auf, dass bei 40 Werten die kleine Standardabweichung von 0,009 s erreicht wird.

Die $\pm 2s$ -Bereiche laufen z.T. über grössere Abschnitte hinweg parallel, ohne jedoch zu einer vollständigen Überdeckung zu gelangen. Dies gilt vor allem für G1, G2, G3 und G7 untereinander.

b) DAZ

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Bereich
1) LH	67	0,034	0,018	0,036	0,016-0,052	0 -0,070
2) Senk./Inf.	2	0,025	0,007	0,014	0,019-0,032	0,011-0,039
3) aA	11	0,047	0,028	0,056	0,013-0,075	0 0,103
4) RSB	8	0,026	0,009	0,018	0,017-0,035	0,008-0,044
5) LSB	9	0,045	0,026	0,052	0,019-0,071	0 -0,097
6) AV-Bl. I	26	0,031	0,015	0,030	0,016-0,046	0,001-0,061
7) Ohne Ver.	40	0,034	0,013	0,026	0,021-0,047	0,008-0,060

Die Mittelwerte untereinander schwanken teilweise erheblich, und zwar in einem Bereich zwischen 0,025 s (bei G2; siehe Einschränkung bei a) und 0,047 s (bei G3). Fast genau so stark liegen die Mittelwerte der Gruppen 4 und 5 auseinander. Eine mittlere Position nehmen G1, G6 und G7 ein.

Erhebliche Differenzen sind bei den Standardabweichungen auszumachen. Der sehr kleinen Standardabweichung von G2 und G4, folgt eine mittlere bei G7 und eine etwas grössere bei G6. In der Spitzengruppe liegen G3 und G5 mit ihrem Standardabweichungen.

Für die unteren Grenzen der s-Bereiche gilt, dass sie noch relativ nahe beieinander liegen; im geringeren Umfang trifft dies auch für die 2s-Bereiche zu. Die oberen Grenzen differieren allerdings erheblich (vgl. obere Grenze von G4: 0,035 s; obere Grenze von G3: 0,075 s).

c) r.ATZ

Die Mittelwerte verteilen sich in einem Bereich zwischen 82,7 % und 97,5 %, wobei innerhalb dieses Bereiches die oberen Mittelwerte den Gruppen 4, 6, 7, und 5 zugehören, die Mittelplacierten den Gruppen G1 und G2, während der Mittelwert von G3 den Abschluss nach unten hin darstellt.

	n	$\bar{x}$	s	2s	s-Bereich	2s-Ber.
1) LH	67	91,1	11,8	23,6	89,3-102,9	67,5-114,7
2) Senk./Inf.	2	92,5	17,6	35,2	74,9-110,1	57,3-127,7
3) aA	11	82,7	9,0	18,0	73,7- 91,7	64,7-100,7
4) RSB	8	97,5	10,3	20,6	87,2-107,8	76,9-118,1
5) LSB	9	96,1	10,8	21,6	85,3-106,9	74,5-117,7
6) AV-Bl. I	26	97,1	8,6	17,2	88,5-105,7	89,9-114,3
7) Ohne Ver.	42	96,4	8,0	16,0	88,4-104,4	80,4-112,4

Mit Ausnahme der Standardabweichung bei G2 (17,6 &) drängen sich die übrigen in einem Bereich zwischen 8 % und 11,8 %. Die s-Bereiche der Gruppen 4, 5, 6 und 7 verlaufen nahezu vollständig nebeneinander. Der s-Bereich von G2 fällt sehr groß aus (Umfang: 40 %), sodaß er alle anderen Bereiche einfaßt, auch den sehr tief angesiedelten, aber relativ kleinen der Gruppe 3.

Bei den 2s-Bereichen ist auf die umfangmäßig kleinen Bereiche von G6 und G7 hinzuweisen. Die 2s-Bereiche von G3 und G5 nehmen mit einem Umfang von 40 % einen mittleren Platz ein. Der 2s-Bereich von G2 fällt entsprechend dem s-Bereich sehr groß aus.

d) Kurzer Überblick

Im Vergleich der Werte zueinander ergibt sich für:

a) Die Linkshypertrophie (G1)

Eine mittlere UZ, eine mittlere DAZ, eine tief liegende r.ATZ,

b) ST-Senkung und/oder Infarkt (G2)

entfällt.

c) Die absolute Arrhythmie (G3)

Eine mittlere bis hohe UZ, eine hohe DAZ, eine niedrige r.ATZ,

d) Den Rechtsschenkelblock (G4)

Eine mittlere UZ, eine mittlere bis niedrige DAZ, eine mittlere r.ATZ,

e) Den Linksschenkelblock (G5)

Eine mittlere UZ, eine hohe DAZ, eine mittlere r.ATZ,

f) Den AV-Block I. Grades (G6)

Eine mittlere UZ, eine mittlere DAZ, eine mittlere r.ATZ.

g) Das EKG ohne Veränderungen (G7)

Eine mittlere UZ, eine mittlere DAZ, eine mittlere r.ATZ.

Wie bereits angeführt, wird die Gruppe 2 aufgrund des geringen Aussagewertes von 2 Untersuchungen nicht berücksichtigt.

Bei den Standardabweichungen fallen die relative Konstanz bei der UZ, die Schwankungen bei r.ATZ und die grossen Schwankungen bei der DAZ auf. Wenngleich einzelne Standardabweichungen hier kleiner ausfallen als bei der UZ, liegen sie im Grossen und Ganzen in einer grösseren Dimension.

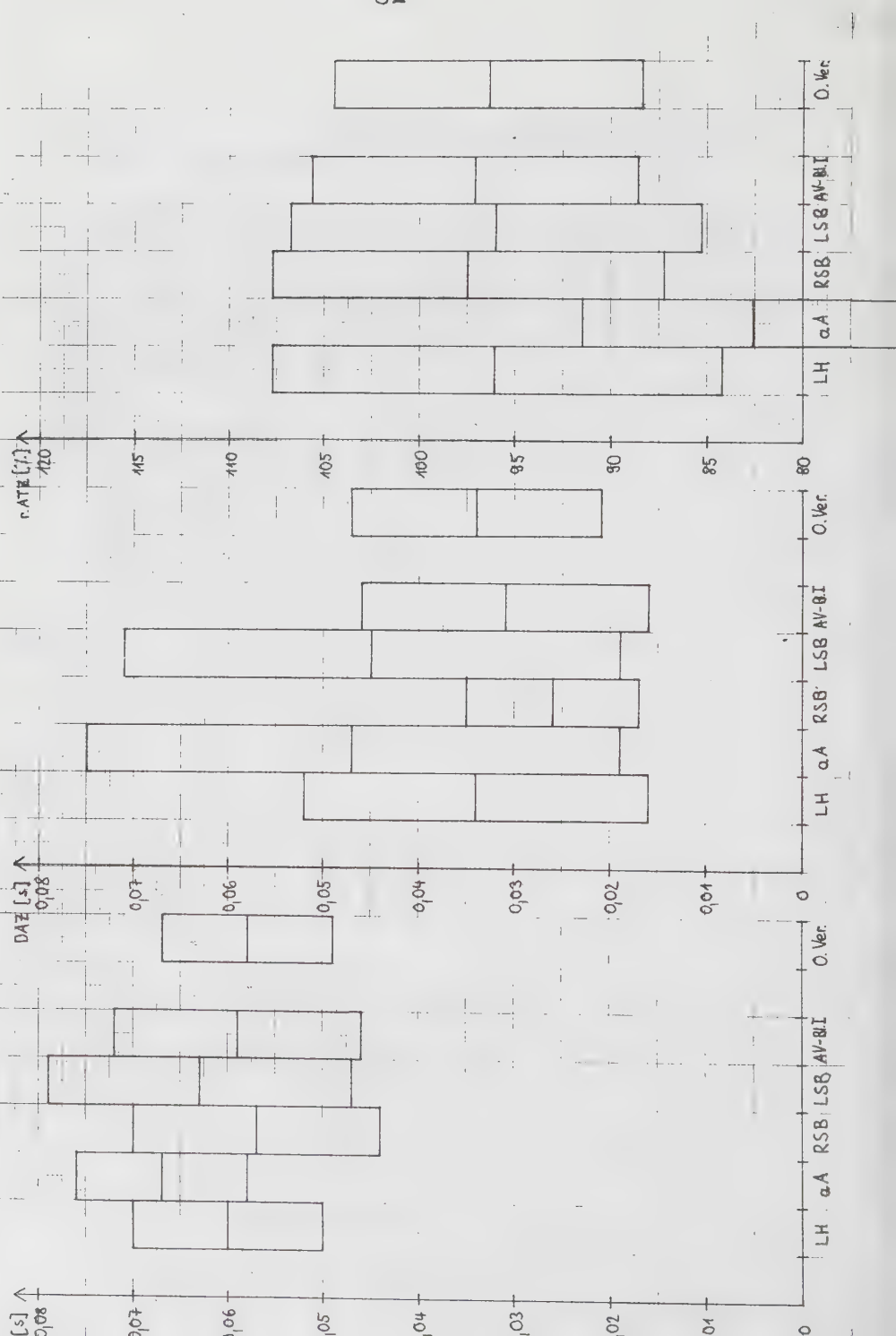
e) Graphische Darstellung

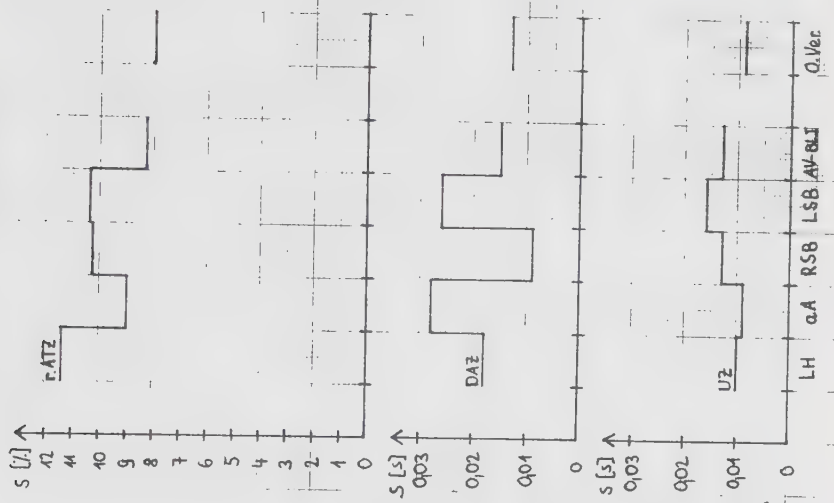
Nächste Seite.

[s] ^

DAZ [s] ^

DATE [s] ^





Anhang

Nach den Erhebungen über den Einfluss verschiedener Parameter auf die dyn.HZWe der Oberklasse A sollten nun dieselben Untersuchungen für die Oberklasse B durchgeführt werden.

Wie bereits in der Einleitung zu Abschnitt II (vgl. II/1.2) erläutert, ist dies aufgrund der sehr kleinen Anzahl von Werten nur bedingt möglich.

Somit wird hier eine andere Vorgangsweise gewählt: Die Einzelwerte aus der Oberklasse B werden mit den in II/2.21 bis 2.25 beschriebenen Ergebnissen verglichen. Unser Ziel ist es, durch diesen Vergleich einen Eindruck über das Verhalten der dyn.HZWe in der Oberklasse B zu vermitteln.

Dieser Oberklasse konnten nur 6 Untersuchungen zugeordnet werden. Entsprechend erscheinen unter "B", nämlich in der Spalte "Einzelwerte (Abk.Ew)", jeweils 6 Angaben; eine Ausnahme hiervon entsteht im Anhang zu II/2.25 (vgl. Einleitung zu II/2.25).

Zum Vergleich sind in den Spalten unter "A" die Mittelwerte und Standardabweichungen von II/2.21 bis 2.25 angegeben.

Hierbei werden die Einzelwerte unter B, die ausserhalb des s-Bereiches von A liegen, durch eine einfache Unterstreichnung (---), diejenigen die ausserhalb des 2s-Bereiches liegen, durch eine doppelte Unterstreichung (===) gekennzeichnet.

Anhang zu II/2.21

Ein Vergleich entfällt, da keine präoperativen Ergebnisse zu den vorhandenen Untersuchungen der Oberklasse B vorlagen (d.h. von den Patienten, deren Untersuchung postoperativ der Oberklasse B zuzuordnen war, standen präoperativ keine zur Verfügung.)

Anhang zu II/2.22

	UZ			DAZ			r.ATZ		
	A		B	A		B	A		B
	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew
1)	0,065	0,010	0,06	0,040	0,014	0,03	93,7	8,5	95
2)	0,060	0,011	0,01 0,01 0,05	0,031	0,013	0,01 0,01 0,01	99,3	6,6	105 110 105
3)	0,058	0,009	0,07 0,08	0,033	0,018	0,03 0,02	92,5	11,6	110 90

Auffallend ist insgesamt die breite Streuung. Während manche Werte genau mit $\bar{x}_A$ übereinstimmen, liegen andere sogar ausserhalb des 2s-Bereiches.

Anhang zu II/2.23

	UZ			DAZ			r.ATZ		
	A		B	A		B	A		B
	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew
7)	0,064	0,014	0,06 0,01 0,01 0,07 0,05 0,08	0,033	0,026	0,03 0,01 0,01 0,03 0,01 0,09	102,5	8,2	95 110 105 110 105 90

Teilweise starke Streuung der Werte, wobei die UZ hiervon am stärksten betroffen ist, die DAZ und die r.ATZ weniger.

Anhang zu II/2.24 - 1

	UZ			DAZ			r.ATZ		
	A		B	A		B	A		B
	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew
1)	0,059	0,011	0,01 0,01 0,05	0,035	0,017	0,01 0,01 0,01	92,6	10,1	105 110 105
2)	0,059	0,013	0,03 0,07	0,030	0,011	0,09 0,03	104,3	8,2	90 110
4)	0,063	0,005	0,06	0,030	0,012	0,03	85,8	7,3	95

Anhang zu II/2.25

	UZ			DAZ			r.ATZ		
	A		B	A		B	A		B
	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew	$\bar{x}$	s	Ew
1)	0,060	0,010	0,08 0,06 0,07	0,034	0,018	0,09 0,03 0,03	91,1	11,8	90 95 110
3)	0,067	0,009	0,08 0,07	0,047	0,028	0,09 0,03	82,7	9,0	90 110
4)	0,063	0,016	0,01 0,01 0,05	0,045	0,026	0,01 0,01 0,01	97,5	10,3	105 110 105
5)	0,059	0,013	0,01 0,05 0,01	0,031	0,015	0,01 0,01 0,01	96,1	10,8	110 105 105

In den Gruppen 4 und 5 kommen stärkere Abweichungen öfters vor als in den Gruppen 1 und 3.
Insgesamt betrachtet fällt der hohe Prozentsatz von Werten ausserhalb des s- oder 2s-Bereiches auf.

II/2.3 LANGZEITBEOBACHTUNGEN

Bei einigen Patienten wurden nach der Operation, z.B. über mehrere Jahre hinweg, manchmal nicht nur eine, sondern mehrere Untersuchungen veranlasst (3 - 4). Zugleich lagen bei den meisten dieser Patienten auch eine oder zwei präoperative Untersuchungen vor. Alle Patienten, bei denen diese beiden Voraussetzungen erfüllt sind, seien hier nun gesondert herausgegriffen: Im Vergleich der Entwicklung der dyn. HZWe, der Gesamtbeurteilung und etwaiger EKG-Befunde, soll ein Bild von insgesamt 6, z.T. unterschiedlichen Verläufen, entstehen.

II/2.31 Fall 1

a) Angaben

männlich, OP 1976 im Alter von 41 Jahren auf Grund eines kombinierten Aortenvitiums: Implantation einer Björk-Shiley-Prothese. Beobachtungszeitraum 20 Monate - 5 Untersuchungen.

	UZ	DAZ	rATZ	Beurteilung	EKG-Veränderungen
PRÄ-OP 1.US	----	----	125	Komb.Ao-Vit	-----
2.US	0,05	0,01	110	" " "	-----
POST-OP 1.US	0,06	0,02	105	gut	ST-Senkung
2.US	0,06	0,02	105	gut	----
3.US	0,05	0,04	105	gut	----

(Die UZ und DAZ der 1. präoperativen Untersuchung entfallen, da die DAZ einen negativen Wert annahm, vgl. Kap. II/2, Einleitung d)

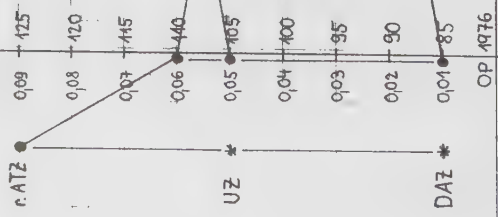
b) Verlauf

Die UZ stieg nach der OP leicht an und fiel bis zu einem Zeitpunkt nach 1 1/2 Jahren wieder ab.
Die DAZ stieg von 0,01 s auf 0,04 s an.
Die r.ATZ fiel noch vor der OP von 125 % auf 110 % ab und blieb bei 105 % konstant.
Bei der 1. Untersuchung wurde eine ST-Senkung festgestellt, die später nicht mehr nachzuweisen war.
Die Gesamtbeurteilung war bei den 3 postoperativen Untersuchungen stets gut.

c) Graphische Darstellung

Nächste Seite.

UZ, DAZ [s] $\nearrow$ c ATZ [%]



sehr gut
gut
durchschn.
m.E.
schlecht

Beurteilung

ST-Senkung —

EKE

* nicht auswertbar

II/2.32====Fall 2==

a) Angaben

männlich, OP 1975 im Alter von 56 Jahren auf Grund eines kombinierten Aortenvitiums: Implantation einer Björk-Shiley-Prothese. Beobachtungszeitraum 9 Monate - 5 Untersuchungen.

	UZ	DAZ	r.ATZ	Beurteilung	EKG-Veränderungen
PRÄ-OP 1.US	0,05	0,03	110	Komb.Ao-Vit	-----
2.US	0,06	0,02	105	" " "	-----
POST-OP 1.US	0,06	0,03	85	sehr gut	---
2.US	0,05	0,02	85	sehr gut	---
3.US	0,05	0,04	95	durchschn.	---

b) Verlauf

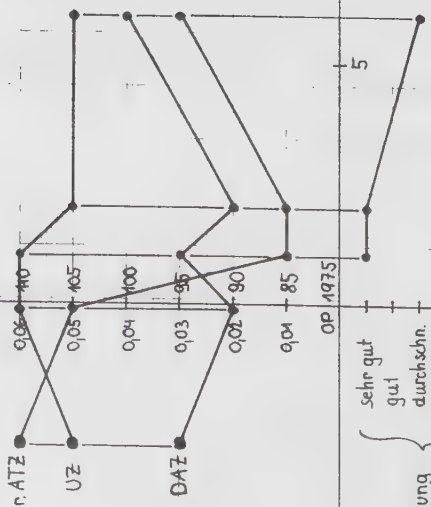
Von der 1. präoperativen Untersuchung zur 2. Untersuchung kurz vor der Operation, stieg die UZ leicht an, während die DAZ und r.ATZ leicht abfielen. Nach der OP blieb die UZ zunächst gleich, die DAZ stieg an und die r.ATZ fiel erheblich ab; Gesamtbeurteilung: sehr gut.
Im Vergleich dazu waren bei der 2. postoperativen Untersuchung die UZ und die DAZ leicht abgefallen, während die r.ATZ gleich blieb: Zustand sehr gut.
Zur 3. Untersuchung hin blieb die UZ konstant, während DAZ und r.ATZ deutlich anstiegen; gleichzeitig rutschte die Gesamtbeurteilung von sehr gut auf durchschnittlich ab. EKG-Veränderungen waren nicht vorhanden.

c) Graphische Darstellung

Nächste Seite.

UZ, DAZ [s] $\uparrow$ c. ATZ [%]

0,09 125
0,08 120
0,07 115



Sehr gut
gut
durchschn.
durchschn.
m.E.
schlecht

Beurteilung

EKS $\emptyset$

24 [Mo]

20

45

40

OP 10715

II/2.33 Fall 3

a) Angaben

männlich, OP 1976 im Alter von 48 Jahren auf Grund eines kombinierten Aortenvitiums: Implantation einer Lillehei-Caster-Prothese. Beobachtungszeit 18 Monate - 5 Untersuchungen.

	UZ	DAZ	rATZ	Beurteilung	EKG-Veränderungen
PRÄ-OP 1.US	----	----	----	Komb.Ao-Vit	-----
POST-OP 1.US	0,05	0,02	95	durchschn.	Li.-Hypertr.
2.US	0,05	0,02	100	durchschn.	Li.-Hypertr.
3.US	0,05	0,03	95	durchschn.	Li.-Hypertr.
4.US	0,06	0,06	85	durchschn.	Li.-Hypertr.

b) Verlauf

(Die einzige präoperative Untersuchung war auf Grund einer nicht auswertbaren CPK nicht zu verwenden. Vgl. I/2.33)

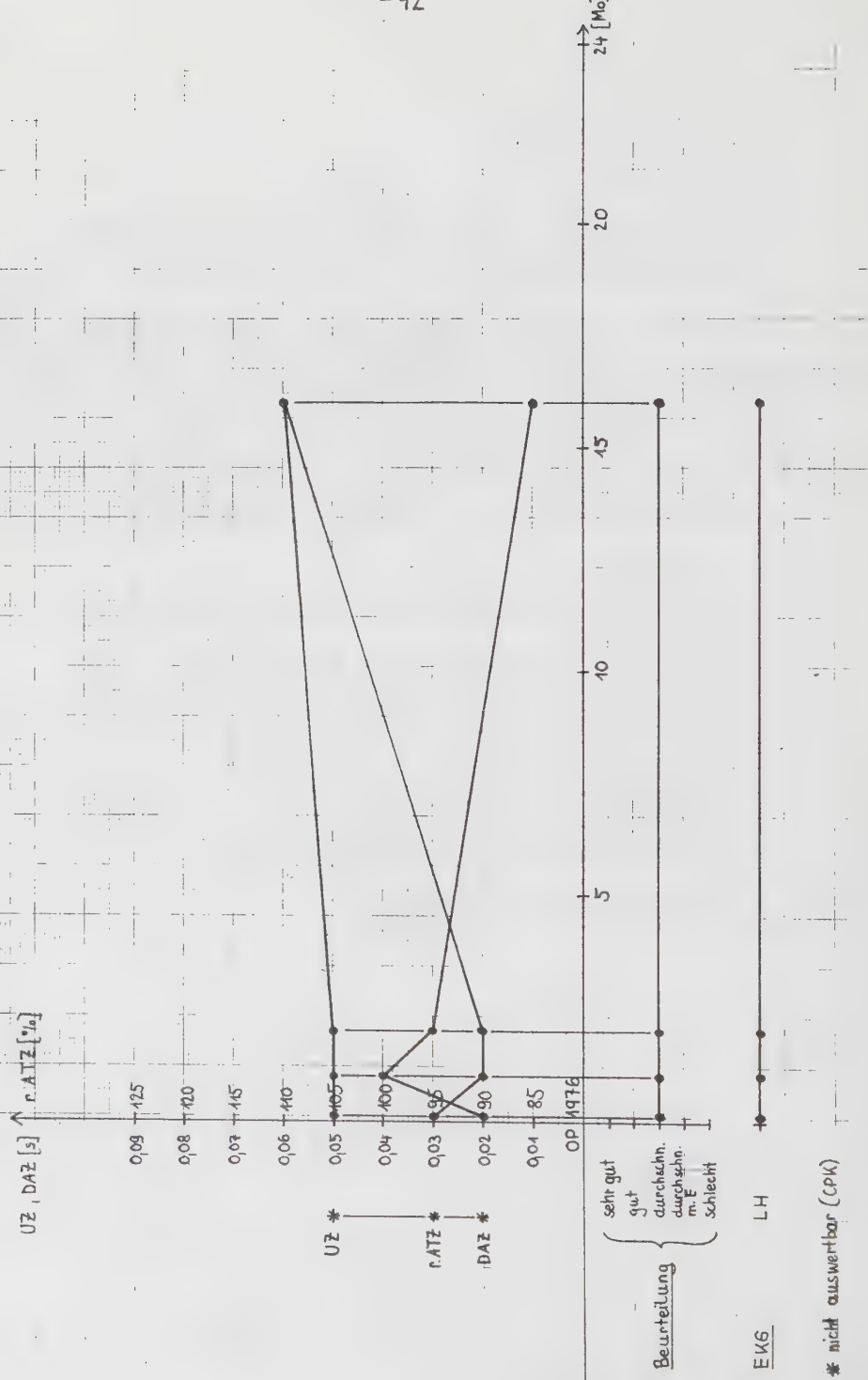
Die UZ blieb über die ersten Untersuchungen hinweg konstant und stieg dann leicht an. Die DAZ kletterte von der 1. Untersuchung zur 2. hin deutlich empor und erreichte dann von 0,04 s ausgehend in fallender Tendenz den Wert 0,01 s.

Die r.ATZ fiel zunächst ab, blieb bei 90 % bis zur 3. Untersuchung hin auf der gleichen Höhe und stieg dann deutlich auf 110 % an.

Bei einer stets vorhandenen Linkshypertrophie war die Gesamtbeurteilung immer durchschnittlich.

c) Graphische Darstellung

Nächste Seite.



* nicht auswertbar (CPK)

II/2.34 Fall 4

a) Angaben

männlich, OP 1968 im Alter von 39 Jahren auf Grund eines kombinierten Aortenvitiums: Implantation einer Starr-Edwards-Kugel-Prothese. Beobachtungszeit 93 Monate - 5 Untersuchungen.

		UZ	DAZ	r.ATZ	Beurteilung	EKG-Veränderungen
PRÄ-OP	1.US	0,05	0,01	135	Komb.Ao-Vit	-----
	2.US	0,05	0,01	115	" " "	-----
POST-OP	1.US	0,06	0,04	100	gut	Li.Hyp.,
	2.US	0,09	0,03	105	durchschn.	Li.Hyp.,Li.Bl.,
	3.US	0,06	0,06	100	durchschn.	Li.Hyp.,AV-Bl.I,

b) Verlauf

Bei gleichbleibender UZ und DAZ fiel die r.ATZ vor der Operation von 135 % auf 115 % ab.
Nach der OP zeigten die DAZ und die r.ATZ stets ein gegenläufiges Verhalten. Zur 1. Untersuchung hin stieg die DAZ an (r.ATZ fiel ab), rutschte dann wieder ab (r.ATZ nahm an Größe zu), um schließlich wieder deutlich anzusteigen (r.ATZ fiel hier ab, aber weniger ausgeprägt).

Die UZ hingegen kletterte bis zur 2. Untersuchung stets an und fiel erst zur 3. Untersuchung wieder ab.

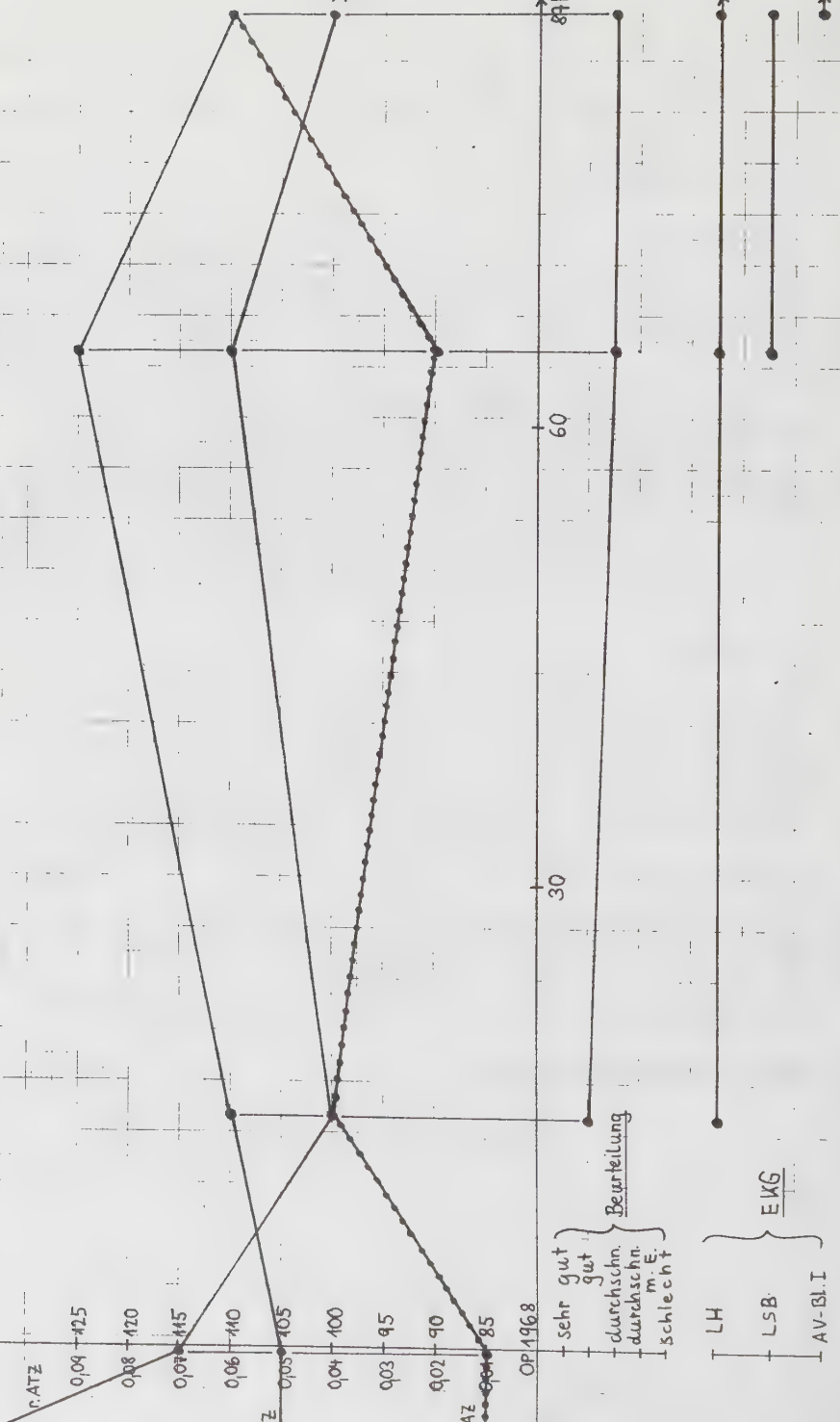
Bei persistierender Linkshypertrophie trat bei der 2. Untersuchung vorübergehend ein Linksschenkelblock auf; bei der 3. Untersuchung war er zwar nicht mehr, wohl aber ein AV-Block I. Grades, nachzuweisen.

Die Gesamtbeurteilung sank von gut bei der 1. Untersuchung auf durchschnittlich bei der 2. und 3. Untersuchung.

c) Graphische Darstellung

Nächste Seite.

$c_{ATZ} [\%]$



c_{ATZ}

0,04 - 125

0,08 - 120

0,08 - 115

0,06 - 110

0,05 - 105

0,04 - 100

0,03 - 95

0,02 - 90

0,01 - 85

OP 1968

Beurteilung
 + sehr gut
 + gut
 + durchschn. m.E.
 + schlecht

LH
 LSB
 AV-BI. I

II/2.35 Fall 5

a) Angaben

männlich, OP 1976 im Alter von 37 Jahren auf Grund einer Aorteninsuffizienz: Implantation einer Lillehei-Caster-Prothese. Beobachtungszeitraum 16 Monate - 5 Untersuchungen.

		UZ	DAZ	r.ATZ	Beurteilung	EKG-Veränderungen
PRÄ-OP	1.US	0,07	0,01	115	AJ	-----
	2.US	0,06	0,01	125	AJ	-----
POST-OP	1.US	0,04	0,06	85	durchs.m.E.	Li.Hyp.,AV-Bl.I,
	2.US	0,04	0,03	110	durchschn.	Li.Hyp.AV-,Re.-Bl
	3.US	0,06	0,01	105	durchschn.	Re.-Bl.,AV-Bl.I,

b) Verlauf

Nach der OP kam es zu einer überaus starken Abnahme der r.ATZ (um 12,5 % auf 85 %); gleichzeitig fand ein deutlicher Anstieg der DAZ und ein leichterer Abfall der UZ statt.

Die Gesamtbeurteilung wies hier:

"Durchschnittlich mit Einschränkung" auf.

Zur 2. Untersuchung hin erholte sich die r.ATZ wieder auf 110 %, die DAZ fiel von 0,06 s auf 0,03 s ab, während die UZ unverändert blieb. Im weiteren Verlauf fiel die r.ATZ abermals leicht ab, ebenso die DAZ - die damit zu ihrem präoperativen Ausgangswert von 0,01 s zurückkehrte - während die UZ um 0,02 s anstieg.

Die Gesamtbeurteilung verbesserte sich auf durchschnittlich bei der 2. und 3. Untersuchung.

Bei der 1. und 2. Untersuchung war eine Linkshypertrophie nachzuweisen, ebenso ein AV-Block I. Grades, der allerdings im Gegensatz zur Linkshypertrophie auch noch bei der 3. Untersuchung vorhanden war. Ab der 2. Untersuchung wurde zusätzlich noch ein Rechtsschenkelblock evident.

c) Graphische Darstellung

Nächste Seite.

U_Z, DAZ [s] r. ATZ [%]

0,09 125

0,08 120

0,07 115

0,06 110

0,05 105

0,04 100

0,03 95

0,02 90

0,01 85

OP 1976

24 [h]

20

15

10

5

6

sehr gut
gut
durchschn.
m. E.
schlecht

Beurteilung

LH
RSB
AV-Bl. I

EKG



II/2.36=====Fall 6=

a) Angaben

weiblich, OP 1974 im Alter von 22 Jahren, auf Grund einer Aorteninsuffizienz: Implantation einer Björk-Shiley-Prothese. Beobachtungszeitraum 25 Monate - 6 Untersuchungen.

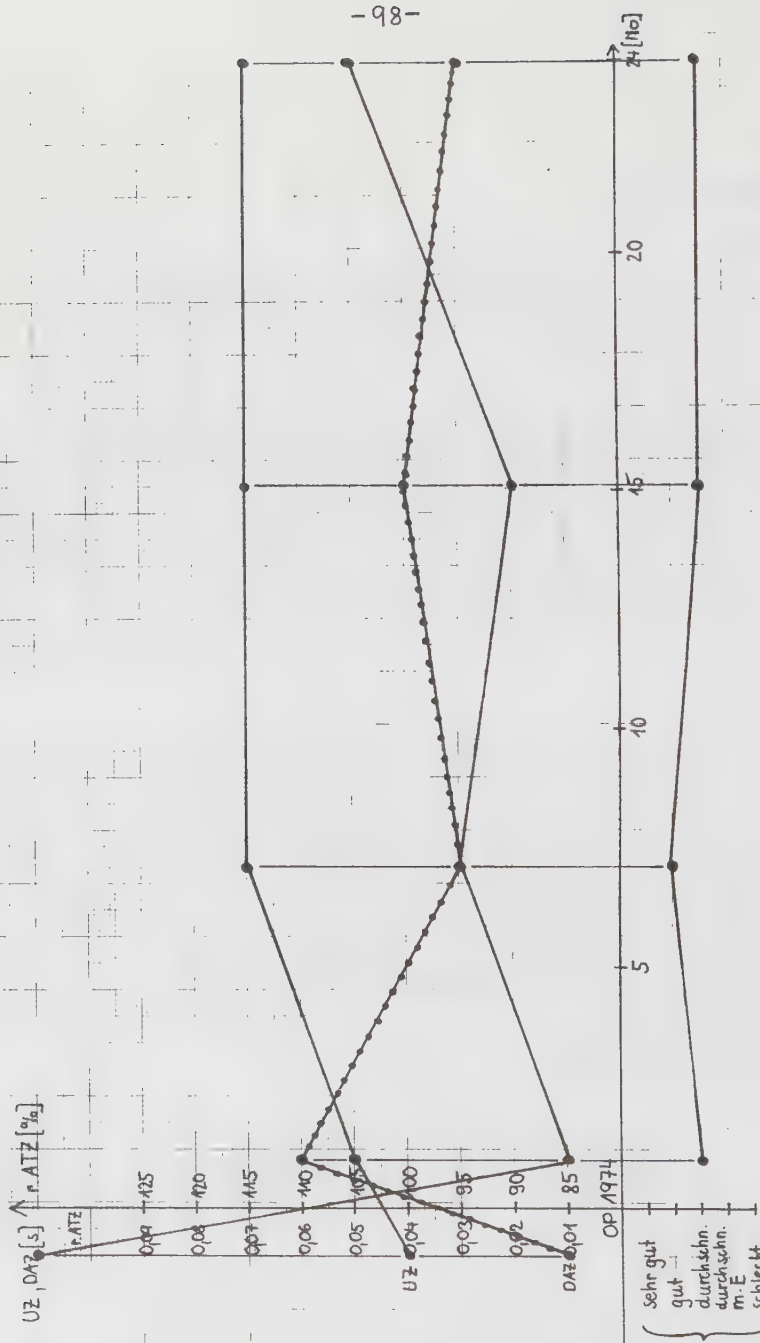
	UZ	DAZ	r.ATZ	Beurteilung	EKG-Veränderungen
PRÄ-OP 1.US	0,04	0,01	135	AJ	-----
POST-OP 1.US	0,05	0,06	85	durchschn.	---
2.US	0,07	0,03	95	gut	---
3.US	0,07	0,04	90	durchschn.	---
4.US	0,07	0,03	105	durchschn.	---

b) Verlauf

Über alle Untersuchungen hinweg fällt das gegenläufige Verhalten von DAZ und r.ATZ auf:
 Durch die OP stieg die DAZ erheblich an, und zwar von 0,01 s auf 0,06 s (r.ATZ fiel von 135 % auf 85 %).
 Anschließend fiel die DAZ wieder deutlich ab (r.ATZ stieg an), um dann - allerdings weniger deutlich - anzusteigen und schließlich abzufallen (r.ATZ umgekehrt).
 Die UZ nahm von der präoperativen bis zur 2. postoperativen Untersuchung stetig zu und blieb dann konstant.
 EKG-Veränderungen waren nicht zu erheben.
 Mit Ausnahme der 2. Untersuchung - hier hieß die Beurteilung gut - wurden alle übrigen mit der Beurteilung durchschnittlich versehen.

c) Graphische Darstellung

Nächste Seite.



Sehr gut
gut
durchschn.
durchschn.
m.E
schlecht

Beurteilung

EKG Ø

ABSCHNITT III

=====

DISKUSSION DER WERTE UND ERGEBNISSE

In diesem Abschnitt sollen die in Abschnitt II beschriebenen Ergebnisse diskutiert werden. Dabei werden wir uns im Grossen und Ganzen an die Gliederung aus Abschnitt II halten (die Nummerierung der einzelnen Kapitel entspricht weitgehend der Nummerierung von Abschnitt II).

III/1 EINLEITENDE HINWEISE

=====

Zunächst seien ein paar Gesichtspunkte angeschnitten, die generelle Bedeutung für die Beurteilung unserer Ergebnisse besitzen.

a) Das Auswertungsgut unterliegt der Selektion.

Dies ergibt sich aus folgenden Gesichtspunkten: Den Auswertungen liegen ausschliesslich Daten von ambulanten und/oder stationären Patienten der Stiftsklinik Augustinum (182 Betten) zu Grunde. Damit wird nur ein kleiner Teil der herzklappenoperierten (bzw. aortenklappenoperierten) Patienten erfasst; es ist dabei nicht zu beweisen, dass dadurch die Verhältnisse wiedergegeben werden, wie sie - bezogen auf alle Patienten - herrschen. Vielmehr gilt es zu bedenken, dass eine Arztüberweisung (bzw. eine Krankenhaus-einweisung) von vielerlei Motiven (z.B. Wünsche des Patienten, Vorstellungen des zuvor behandelnden Arztes) getragen ist; sicherlich herrschen ausschliesslich statistische Überlegungen diesbezüglich nicht vor.

Darüberhinaus ist der von uns untersuchte Zeitraum - basierend auf bewusster Auswahl, aber auch geprägt durch übergeordnete Gesichtspunkte (vgl. II/1) - sorgfältig zu berücksichtigen. Es ist durchaus vorstellbar, dass sich das dadurch ergebende Auswertungsgut von dem anderer Zeitabschnitte unterscheiden kann. Obwohl es uns an dieser Stelle müssig erscheint, in dieser Richtung weiter zu suchen, darf dieser Gesichtspunkt nicht unterschlagen werden.

b) Die von uns vorgenommenen Untersuchungen liefern keine streng statistischen Beweise.

Strenge statistische Beweise sind relativ schwierig zu erbringen; manchmal ist es sogar fast unmöglich.

So sind zunächst ganz bestimmte Anforderungen an das Auswertungsgut zu stellen. Darüberhinaus ist die Durchführung im grossen Stil mit einem ziemlich apparativen - und auch finanziellen - Aufwand verbunden, einem Aufwand, der den Rahmen dieser Untersuchung unweigerlich gesprengt hätte.

So müssen die Aussagen unserer Untersuchung - vor diesem Hintergrund - zunächst als Hinweise verstanden werden. Freilich ist es möglich, diese Hinweise zu erhärten und ihnen ein hohes Mass an Wahrscheinlichkeit zu verleihen. Dazu dient z.B. der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren, vor allem dort, wo sich Überschneidungen mit schon untersuchten Gebieten ergeben (vgl. III/2.21). Aber auch theoretische Grundsatzüberlegungen, Ergebnisse aus Randgebieten und dergl. mehr sind hier zu nennen.

Im übrigen erlauben wir uns darauf hinzuweisen, dass die von uns angewandte Art der Untersuchung - mit der einen oder anderen Abwandlung - relativ weit verbreitet ist, und sich einer grossen Beliebtheit erfreut.

II/2 DISKUSSION DER WERTE UND ERGEBNISSE

=====

III/2.1 DISKUSSION DES ZUSAMMENHANGES ZWISCHEN POSTOPERATIVER GESAMTBURTEILUNG UND DEN DYN. HERZZEITWERTEN

=====

Auf Grund der engen Beziehung zwischen II/2.11 und II/2.12 werden sie hier gemeinsam abgehandelt.

a) Umformungszeit

Die Mittelwerte innerhalb der Oberklasse A (Klassen I, II, III und IV) liegen - bei geringen Differenzen untereinander - im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches (nach Michel); die Standardabweichungen unterscheiden sich kaum und bewegen sich in der gleichen Größenordnung. Der Mittelwert der Oberklasse B (Klasse V) liegt zwar noch innerhalb des Bereiches für Herzgesunde (2s-Bereich nach Michel), doch deutlich grenzwertig und ist damit merklich vom Mittelwert der Oberklasse A abgesetzt. Die dazugehörige Standardabweichung ist dreimal so gross wie die Standardabweichung der Oberklasse A.

Es zeigt sich, dass innerhalb der Oberklasse A so gut wie keine verwertbaren Differenzen zwischen den einzelnen Klassen bestehen. Die in II/2.12a erwähnte Charakterisierung ("leicht abfallend") erscheint angesichts des Bereiches (0,004 s), indem sich die Mittelwerte der einzelnen Klassen bewegen, nicht angebracht. Dies legt den Schluss nahe, dass Unterschiede in der klinischen Gesamtbeurteilung (I-IV) sich nicht erkennbar auf die Umformungszeit auswirken.

Die Betrachtung von B (V) muss mit Vorbehalt erfolgen; die minimale Zahl von 6 Untersuchungen legt dies dringend nahe. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes sind nun 2 Anmerkungen zu machen:

- a) Die Umformungszeit der Oberklasse B ist gegenüber der Umformungszeit der Oberklasse A deutlich verkürzt. Wie diese Verkürzung zu Stande kommen kann, ist schwer zu ergründen und hier eigentlich kaum möglich. Die Ursachen nämlich, aus denen heraus Untersuchungsergebnisse der Oberklasse B zugeordnet werden, sind sehr verschieden und vielfältig (vgl. II/1.33). Entsprechend aber kann dann das Verhalten der UZ (und auch der anderen dyn. HZWe) variieren, weswegen es kaum möglich sein dürfte, einen "gemeinsamen Nenner" anzugeben. Selbst wenn dies gelänge, bleibt noch die Frage nach der allgemeinen Gültigkeit einer solchen Erklärung; immerhin liegen - wie schon ausdrücklich vermerkt - nur 6 Einzelwerte zu Grunde.

- b) Diese Ausführungen werden dadurch unterstrichen, daß bei der Oberklasse B eine - vergleichsweise - auffallend große Standardabweichung auftritt. Dies ist so zu verstehen, daß sich die UZ von Fall zu Fall (d.h. möglicherweise von Komplikationsart zu Komplikationsart) sehr verschieden verhalten kann.

Und hierin liegt u.E. auch die eigentliche Bedeutung unseres hier vorliegenden Ergebnisses: Tritt keine Komplikation auf, so liegt die UZ sehr stabil in einem relativ engen Bereich; tritt aber eine Komplikation auf, so kann die UZ auch in diesem Falle in dem eben erwähnten Bereich liegen, sie kann aber auch sehr stark nach oben oder unten hin abweichen.

Andersherum ausgedrückt: Die Tatsache, daß die UZ in dem Bereich von 0,05 s - 0,07 s (gerundeter s-Bereich) bzw. 0,04 s - 0,08 s (gerundeter 2s-Bereich) liegt, beweist keinen komplikationsfreien Zustand des Patienten. Findet man aber eine UZ außerhalb dieses Bereiches, so ist eine Komplikation als wahrscheinlich anzusehen.

b) Druckanstiegszeit

Die Werte von I - V (und damit von A und B) liegen im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches (nach Michel). Von I - IV sind die Standardabweichungen von dergleichen Größenordnung, die Standardabweichung von V fällt deutlich größer aus.

Insgesamt deutet alles darauf hin, daß das Verhalten der DAZ das bestätigt, was für die UZ ausgeführt wurde: Die Mittelwerte von I - IV zeigen keine bedeutenden Unterschiede an, womit es unwahrscheinlich erscheint, daß enge Beziehungen zur klinischen Gesamtbeurteilung bestehen.

Der Mittelwert von V fällt diesmal nicht außergewöhnlich auf, ganz in Unterschied zu seinem Verhalten bei der UZ. Die Standardabweichung von V ist allerdings unverändert groß. was die Ausführungen von III/2.1a auch in diesem Punkt unterstreicht.

c) Relative Austreibungszeit

Die Mittelwerte von I - V liegen im Bereich für Herzgesunde, wenngleich gewisse Unterschiede bestehen: So fällt der Mittelwert von I (liegt außerhalb des s-Bereiches nach Michel) deutlich kleiner aus als diejenigen von II, III und IV (sie liegen innerhalb des s-Bereiches), während der Mittelwert von V wiederum deutlich größer ist, sich aber dennoch innerhalb des s-Bereiches n.M. befindet. Die Standardabweichungen von I - V unterscheiden sich in ihrer Größenordnung kaum.

Auf die Gefahr von Überinterpretationen bei Klasse V wurde schon hingewiesen; auf dasselbe ist jetzt auch bei Klasse I (9 Fälle) hinzuweisen.

Unter Berücksichtigung dieses Tatbestandes kann man die Überlegung anstellen, ob in dem Verhalten der Werte etwas Besonderes zu entdecken ist.

Tatsächlich könnte die Gesamtentwicklung der Mittelwerte darauf hindeuten, daß besonders günstige Ergebnisse bei der Gesamtbeurteilung (I) mit einer kurzen r.ATZ einhergehen; die übrigen Ergebnisse - sofern keine Komplikation auftrat (II, III, IV) - liegen daran anschließend mit einer etwas längeren r.ATZ, also sozusagen im Mittelfeld. Darüber - mit einer noch längeren r.ATZ - folgen die Untersuchungsergebnisse bei denen eine Komplikation festgestellt wurde (V bzw. B). Diese Beobachtung steht dabei mit der Gegebenheit im Einklang, daß eine kurze r.ATZ in der Regel als günstiger zu beurteilen ist, als eine längere.

Im Unterschied zur UZ und DAZ muß außerdem vermerkt werden, daß die Standardabweichung bei B (V) nicht besonders auffällt, ja sogar kleiner ist, als z.B. bei den Klassen III und IV; dies spricht am ehesten dafür, daß bei ungünstigen Ergebnissen sich die Werte generell nach oben verschieben - daher auch der kleine s/2s-Bereich - und sich nicht wie bei der UZ und DAZ sowohl nach unten, als auch nach oben verkürzen bzw. verlängern. Erklärbar wäre dies dadurch, daß - von wenigen Ausnahmen abgesehen - pathologische Veränderungen in dem Gebiet, das für uns in Frage kommt, die r.ATZ in der Regel verlängern, was von der UZ und DAZ nicht zu sagen ist.

d) Überblick

Bei der UZ können in den Klassen I - IV keine nennenswerten Auffälligkeiten festgestellt werden. Dies gilt sowohl für das Verhalten der Mittelwerte, als auch für das der Standardabweichungen. Demgegenüber ist der Mittelwert der Klasse V verkürzt, die Standardabweichung mehr als verdoppelt. Mögliche Ursachen für dieses Verhalten werden diskutiert; außerdem werden die Konsequenzen für die Anwendung dieser Ergebnisse erörtert.

Die Mittelwerte der DAZ differieren - über alle Klassen hinweg - kaum. Das Verhalten der Standardabweichungen entspricht dem bei der UZ beschriebenen. Bezüglich der möglichen Ursachen, wird auf die Überlegungen zur UZ verwiesen.

Die Mittelwerte der r.ATZ unterscheiden sich von II - IV kaum. Demgegenüber finden wir eine Erniedrigung des Mittelwertes bei I und eine Erhöhung bei V. Die Standardabweichungen unterscheiden sich kaum. Dieses - im Vergleich zu UZ und DAZ - unterschiedliche Verhalten der r.ATZ, besonders in der Klasse V, wird näher untersucht, wobei denkbare Ursachen besprochen werden.

III/2.2 DISKUSSION DES EINFLUSSES VERSCHIEDENER PARAMETER AUF DIE DYN. HERZZEITWERTE

III/2.21 Diskussion des Einflusses der Operation

Im Folgenden werden die Kapitel II/2.21 - 0 und II/2.21 - 00 gemeinsam behandelt.

III/2.21 - 1 Präoperative Aorteninsuffizienz

a) Umformungszeit

Bezüglich der Beschreibung der Ergebnisse sei auf II/2.21 - 01 und II/2.21 - 001 verwiesen.

Vor der Operation liegt die UZ mit einem Mittelwert von 0,054 s im Bereich für Herzgesunde (s-Bereich n.M.); dasselbe gilt postoperativ bei einem Mittelwert von 0,060 s. Die Standardabweichungen sind fast identisch, die präoperative Zahl der Untersuchungen (n = 12) ist deutlich geringer als die postoperative (n = 43); dies ist zu berücksichtigen.

Zunächst wollen wir uns den präoperativen Werten zuwenden. Das Verhalten der UZ bei Aorteninsuffizienz ist abhängig vom Grad der Insuffizienz. Blumberger (11, 12) unterscheidet zwischen "geringen bis mittelschweren Klappenveränderungen" einerseits, und "schweren bis völligen Klappenzerstörungen" andererseits. Für die zweite Gruppe gibt er eine Verkürzung der UZ an; dies bestätigt u.a. auch Holldack (32), der die Grösse der Verkürzung in eine Beziehung zur Menge des Blutrückflusses stellt.

Für die erste Gruppe bleibt die UZ unverändert (11, 12, 32). Dieses Verhalten der UZ wird in der Regel angegeben, also vor allem dann, wenn der Autor keine Unterteilung in 2 Gruppen (vgl. Blumberger) vornimmt (45, 59). Folgt man hier wiederum den Darlegungen Holldacks, so ist dieses Verhalten der UZ darauf zurückzuführen, dass bei Aorteninsuffizienz "die Füllung des linken Ventrikels unbehindert vonstatten geht" und mit Veränderungen der UZ nicht zu rechnen ist; dies ändert sich erst bei starker Regurgitation des Blutes (vgl. oben).

Mißt man unsere eigenen präoperativen Werte an diesen Literaturangaben, stösst man zuallererst auf das folgende Problem (das in ähnlicher Form auch für III/2.21 - 2 und III/2.21 - 3 besteht): Es ist sehr aufwendig - und erst seit ein paar Jahren routinehalber einigermaßen möglich - präoperativ festzulegen, wie stark eine Klappenzerstörung im Einzelfall ausfällt, und welcher der beiden genannten Gruppen eine Klappe infolgedessen zuzuordnen wäre. Postoperativ hingegen ist die Klappenzerstörung an Hand des Präparates vergleichsweise einfach feststellbar; leider war es in keinem unserer Fälle möglich, hierüber etwas in Erfahrung zu bringen. Auch die Einteilung in das klinische Beschwerdestadium¹ hilft hier nicht weiter, da diese Einteilung nicht mit dem Ausmass

¹) Diese Einteilung ist für vielerlei Anwendungen inzwischen als unzureichend zu beurteilen (vgl. 5).

der Klappenzerstörung korrelieren muss. Andernfalls wäre es ein leichtes, den günstigsten Zeitpunkt für eine Operation zu ermitteln - was aber heute immer noch nicht der Fall ist (vgl. 5).

Somit ist es nicht möglich, unsere eigenen präoperativen Werte definitiv der einen oder anderen Gruppe zuzuordnen, um sie anschliessend exakt mit den Literaturangaben zu vergleichen. Zwar setzt sich heutzutage die Meinung immer mehr durch, die Operationsindikation bei Aorteninsuffizienz "so früh wie nötig" zu stellen (5), weswegen im Grossen und Ganzen mit einer kleineren Anzahl stark zerstörter Klappen zu rechnen ist als dies früher der Fall war (hier ist die Indikation zur Operation oft zu spät gekommen, vgl. 5). Dies ist aber nur eine Vermutung und dürfte als Grundlage für eine Zuteilung unserer Werte zu der einen oder anderen Gruppe wohl kaum ausreichend sein.

Somit bleibt festzuhalten, dass der Wert von 0,05 s (gerundet) generell mit den Literaturangaben über das Verhalten der UZ bei Aorteninsuffizienz gut übereinstimmt. Ob hierbei eventuell eine fast unmerkliche Verkürzung in den Wert mit eingeht, ist nicht zu ergründen (vgl. nächster Absatz).

Wie bereits dargestellt, wird die UZ bei Aorteninsuffizienz - sofern überhaupt - am wesentlichsten durch das Ausmaß der Blutregurgitation beeinflusst; da dieser herausragende Störfaktor durch die Operation wegfällt, ist mit einer Normalisierung der UZ postoperativ zu rechnen, sofern die UZ präoperativ verändert gewesen sein sollte.

Diese Aussage wird durch den Wert von 0,06 s (gerundet) bestätigt. Im Vergleich dazu könnte die präoperative UZ leicht verkürzt gewesen sein, worauf am Ende des vorigen Absatzes kurz verwiesen wurde.

Durch diese Parameter wird der Bereich abgesteckt, indem sich die Einzelwerte bewegen. Dabei ist es keineswegs sicher, dass jeder Einzelwert dieselbe Entwicklung nimmt, wie die Mittelwerte. Im Einzelfall also ist eine Zu- oder Abnahme der UZ über die Operation hinweg durchaus vorstellbar; die Mittelwerte beschreiben ja nur, wie sich die Gesamtheit aller Einzelwerte verhält. In diesem Fall bedeutet dies konkret, daß sich die Einzelwerte im Schnitt kaum verändern. Diesem Verhalten kann dadurch Rechnung getragen werden, daß sich bei den Einzelwerten Zu- und Abnahmen die Waage halten - und dies ist sogar das wahrscheinlichste. Einen Eindruck hiervon soll II/2.21 - 001 vermitteln.

Tatsächlich liegt nur bei einer Untersuchung eine völlige Konstanz der UZ über die Operation hinweg vor. Bei 6 Untersuchungen können wir eine Zunahme, bei einer eine Abnahme beobachten.

Freilich sind diese Ergebnisse nur ein Hinweis, mehr nicht. Ihre geringe Zahl, sowie die Kriterien der Auswahl lassen keine Repräsentativität erwarten; andernfalls wäre die Zahl der Zunahmen als überhöht anzusehen. Dennoch wird dadurch ein guter Eindruck vermittelt, was die Aussagen der "Großen Zahl" in der Anwendung auf den Einzelfall bedeuten; er aber ist ja letztlich der Testfall der täglichen Praxis und an ihm sollte unsere Untersuchung nicht völlig vorbeigehen.

b) Druckanstiegszeit

Mit 0,021 s liegt der Mittelwert präoperativ zwar innerhalb des s-Bereiches für Herzgesunde und auch noch innerhalb des 2s-Bereiches n.M.; dennoch kann man von einer Grenzlage sprechen. Nach der Operation ist bei einem Mittelwert von 0,034 s eine solche Grenzlage nicht mehr gegeben. Die Standardabweichungen differieren kaum, bezüglich der Fallzahlen gilt das unter a) Dargelegte.

In der Literatur findet man nur Angaben über eine Verkürzung der DAZ bei Aorteninsuffizienz (11, 12, 32, 36, 45, 59, 71). Die Verkürzung der DAZ ist schlechterdings das Zeichen bei Aorteninsuffizienz (36, 71). Eine Unterteilung in zwei Gruppen (vgl. 11, 12), wie etwa bei der UZ (siehe dort), ist hier nicht sinnvoll. Bei der Aorteninsuffizienz kommt es nämlich generell zu einer Verkürzung der DAZ, wobei eine kontinuierliche Abhängigkeit zum Ausmaß der Klappenzerstörung besteht. Bei leichteren Fällen ist die Verkürzung nicht sehr ausgeprägt, bei schwereren zunehmend deutlicher, sodaß sogar der Wert 0 entstehen kann (11, 12); auch negative Werte können sich ergeben (33), die allerdings oftmals durch Meßfehler hervorgerufen sind (32). Die Ursache für die Verkürzung der DAZ ist in einer Erniedrigung des diastolischen Aortendruckes (der bis auf 0 absinken kann) zu sehen (32, 36).

Bei den eigenen Werten kann man bei 0,021 s durchaus von einer deutlichen Verkürzung der DAZ vor der Operation sprechen; dies gilt vor allem in Anbetracht der Tatsache, daß der postoperative Wert bei 0,034 s liegt. Berücksichtigt man nun die Angabe, daß die Verkürzung mit der Schwere des Klappenschadens korreliert, läßt sich folgern, daß das Ausmaß der Schädigung nicht mehr als mittelstark gewesen sein muß (vgl. a: UZ; die dortigen Werte widersprechen dem nicht; die in Erwägung gezogene mäßige Verkürzung könnte eine mittelstarke Schädigung der Klappe unterstreichen).

Auf die Verbesserung der DAZ durch die Operation wurde schon hingewiesen; sie ist gut mit der postoperativen Erholung des diastolischen Aortendruckes und dem Wegfall der Blutregurgitation zu erklären - freilich stets eine suffiziente Prothese vorausgesetzt. Dies ist aber per definitionem (vgl. II/1.2 und II/1.33) in diesem Abschnitt vorgegeben.

Die bisherigen Betrachtungen basieren auf den Mittelwerten. Bezieht man die s- und 2s-Bereiche mit ein, so kommt es zu einer relativ breiten Überschneidung, bei den s-Bereichen weniger stark als bei den 2s-Bereichen. Aus diesem Grunde besteht nun durchaus die Möglichkeit, daß sich im Falle der einzelnen Untersuchung folgende Konstellation ergibt: Präoperativ eine sehr hohe DAZ (im oberen 2s-Bereich angesiedelt), nach der Operation ein niedriger Wert (im unteren 2s-Bereich gelegen. Hierzu sei auch auf die Ausführungen unter a) verwiesen.

Einen Anhalt bietet II/2.21 - 001. Bei 6 von 8 Untersuchungen kam es zu einer Zunahme der DAZ (wie auch bei den Mittelwerten), in einem Fall zu keiner Änderung und schliesslich zu der eben - theoretisch skizzierten - Abnahme (von 0,04 s auf 0,03 s).

Selbstverständlich muß auch hier die geringe Anzahl von 8 Untersuchungen kritisch vermerkt werden; dennoch wird deutlich, daß die Operation in der überwiegenden Anzahl der Fälle die DAZ zu Normalwerten hin verlängert, es aber im Einzelfall auch möglich ist, daß es zu keiner Veränderung der DAZ oder sogar zu einer Abnahme kommen kann. Es fällt dabei auf, daß letzteres vor allem dann zu beobachten ist, wenn präoperativ keine Verkürzung der DAZ, sondern eher eine Verlängerung vorliegt - aus welchen Gründen auch immer. So gesehen wäre die Abnahme Ausdruck der Tatsache, daß die Operation eben zu einer Normalisierung des präoperativen Wertes führt.

c) Relative Austreibungszeit

Der präoperative Wert der r.ATZ liegt mit 111,7 % hart am Rande des 2s-Bereiches n.M. und muß als Grenzwert verstanden werden; der postoperative Wert liegt mit 95,6 % sogar innerhalb des s-Bereiches für Herzgesunde. Die Fallzahlen verhalten sich wie bei UZ u.DAZ, die Standardabweichungen differieren mit rd. 10 % so gut wie gar nicht.

Die Verwendung von Literaturbelegen zu diesem Kapitel gestaltet sich ein wenig problematisch. Zwar fehlt es nicht an Arbeiten über die Austreibungszeit, wohl aber an solchen über die relative Austreibungszeit. Zwar handelt es sich nicht um zwei grundsätzlich verschiedene Begriffe (vgl. I/2.42) und Schlüsse von der einen zur anderen sind möglich: Dennoch sollte eine gewisse Vorsicht bestehen bleiben.

Die Austreibungszeit bei Aorteninsuffizienz ist in der Literatur als durchwegs verlängert angegeben (10, 11, 12, 14, 45), die r.ATZ ebenfalls (59). Zur Erklärung für dieses Verhalten ist zu sagen (vgl. 10), daß das Herz - um den Blutbedarf der Peripherie zu decken - eine grössere Blutmenge auswerfen muß, als normal: Die Zeit, die es dabei zur Austreibung benötigt, ist somit verlängert.

Eine weitere Unterteilung - wie bei der UZ - ist nicht nötig, da eine Verlängerung der DAZ im Mittel sowohl bei leichten, als auch bei schweren Zerstörungen der Klappe zu erwarten ist (vgl. 11, 12). Hier besteht zumindest eine Unklarheit: Seit Holldack (36) ist bekannt, daß sich bei der Entwicklung einer Herzinsuffizienz - unter Abnahme der Kontraktionskraft - die Austreibungszeit sich zunächst verlängert, später aber verkürzt, was dann Ausdruck einer früher abgebrochenen Systole ist. Bei einer Aorteninsuffizienz ist aber, eher über kurz als über lang, mit der Ausbildung einer Herzinsuffizienz zu rechnen (starke Myokardbelastung, die früh manifest wird; vgl. 53). Damit kommt es aber bei schweren Aorteninsuffizienzen zum Widerstreit zweier gegenläufiger Mechanismen. Als Folge hiervon wird der linke Ventrikel die ATZ sicherlich so lange erhöhen, solange er dazu in der Lage ist; mit dem Eintreten einer erheblichen Herzinsuffizienz muß sich die ATZ allerdings wieder zurückbilden. Dies widerspricht nun keineswegs den Angaben Blumbergers, da er sich in seinen Angaben nur auf die Zerstörung der Klappe, nicht aber auf den Gesamtzustand des Herzens bezieht. Zugleich wird klar, warum Kühn (45) bei der Aorteninsuffizienz sowohl eine Verlängerung der ATZ, als auch ein Gleichbleiben beschreibt, und warum Michel (59) nur für das

Stadium der Kompensation eine Verlängerung der r.ATZ angibt, bei Dekompensation eine Verkürzung.

In unserem Falle sind alle Patienten operiert worden, was bedeuten soll, daß eine muskulär bedingte Insuffizienz nur bis zu einem bestimmten Grad bestanden haben konnte; andernfalls wäre der operative Eingriff kontraindiziert gewesen (vgl. 5).

Bezüglich der konkreten Verlängerung der ATZ gibt Blumberger bis zu 20 % vom Mittelwert für Herzgesunde an, bezüglich der r.ATZ ist nach Michel (59) mit + 8,8 % zu rechnen.

Unsere eigenen präoperativen Werte stimmen sehr gut mit diesem, durch die Literatur belegten Verhalten der ATZ (r.ATZ) überein. Gemäß Nüssgen und Stoboy (62) nimmt die ATZ bei zunehmenden Volumen zu und Lang u. Brammer (46) schreiben davon, daß die "frequenzorientierte ATZ als Maß für das Verhalten des Schlagvolumens angesehen werden kann" (vgl. auch 14). Dies legt den Schluß nahe, daß die präoperativen Schlagvolumina und die damit verbundene Blutregurgitation nicht unerheblich waren; die in Erwägung gezogene Herzinsuffizienz müßte demnach bestenfalls mittelstark gewesen sein, da andernfalls die r.ATZ präoperativ geringer hätte ausfallen müssen (vgl. vorige Seite). Dies deckt sich mit den Ausführungen über das Ausmaß der Aorteninsuffizienz, wie dies unter b) nachzulesen ist.

Die Implantation einer Prothese bessert den präoperativen Zustand deutlich, sodaß die Werte für die r.ATZ von 116,3 % auf 95,6 % abfallen. Dies ist zunächst auf eine Verminderung des Schlagvolumens zurückzuführen. Inwieweit eine Erholung des Myokards hierbei eine Rolle spielt, kann an Hand dieses Einzelergebnisses nicht entschieden werden (bezüglich dieses Punktes vgl. vor allem III/2.23 c).

Dehnt man diese Betrachtungen von den Mittelwerten auf die s/2s-Bereiche aus, so ist die Überlappung vor allem bei den s-Bereichen nicht sehr ausgeprägt. Dies hat zur Folge, daß die Wahrscheinlichkeit, mit der es im Einzelfall anstatt zu einer Abnahme zu einer Zunahme der r.ATZ kommt, gering ist.

Hierzu sei wiederum auf II/2.21 - 00 hingewiesen, im besonderen auf II/2.21 - 001: Bei 8 von 8 Untersuchungen ist eine Abnahme der r.ATZ zu verzeichnen. Dies ist freilich - schon angesichts der kleinen Zahl - kein Beweis, daß dies stets so sein muß; auf der anderen Seite, aber, ist es ein gutes Indiz für die eben vermutete geringe Wahrscheinlichkeit eines umgekehrten Verhaltens im Einzelfall.

d) Überblick

Die präoperativen Werte für UZ, DAZ und r.ATZ werden mit diesbezüglichen Literaturangaben verglichen. Bei der UZ zeigt sich, daß es sinnvoll ist, zwischen leichteren und schwereren Zerstörungen an der Klappe zu differenzieren.

Darüberhinaus wird die Bedeutung einer sich entwickelnden, myokardial bedingten Herzinsuffizienz angeschnitten und ihre Bedeutung - vor allem beim Verhalten der r.ATZ - in Relation zur Schwere der Aorteninsuffizienz andiskutiert. Insgesamt stehen die eigenen präoperativen Ergebnisse mit den Zahlenangaben und theoretischen Ausführungen in der Literatur gut im Einklang.

Die Operation normalisiert alle Werte, sofern sie zuvor verändert vorlagen; präoperativ normale Werte bleiben unverändert.

Diese Ergebnisse, die an Hand der großen Zahl gewonnen wurden, werden durch - übereinstimmende - Beobachtungen am Einzelfall ergänzt.

III/2.21 - 2 - Präoperative Aortenstenose

Bezüglich der Beschreibung der Ergebnisse sei auf II/2.21 - 02 und auf II/2.21 - 002 verwiesen.

a) Umformungszeit

Der präoperative Wert liegt mit 0,054 s im s-Bereich n.M. für Herzgesunde. Der postoperative mit 0,057 s ebenfalls. Die Standardabweichungen differieren mit 0,011 s bzw. 0,015 s unerheblich; bei einer präoperativen Untersuchungszahl von 9 und einer postoperativen Untersuchungszahl von 21 kommt die nicht geringe Differenz von 14 Untersuchungen zustande; dies darf nicht unbeachtet bleiben (siehe später).

Bei einer Aortenstenose bleibt die UZ unverändert (11, 12, 32, 45, 59). Eine Veränderung wäre auch gar nicht zu erwarten, da ja die Füllung des linken Ventrikels genau wie beim Gesunden vor sich geht (32). Freilich bleibt hier die Frage offen, ob dies auch im Stadium der Dekompensation der Fall ist: Manche Autoren geben hier eine unveränderte UZ an (11, 12), andere hingegen eine Verlängerung; so auch Michel (59), der hierzu anmerkt, "daß im Zustand der kardialen Dekompensation die Grundkrankheit höchstens in quantitativer, nicht jedoch in qualitativer Hinsicht von Belang ist". Eine Klärung dieses Sachverhaltes ist an dieser Stelle nicht möglich, womit ein Vergleich mit den eigenen Werten nur schwer auf eindeutige Art und Weise erfolgen kann.

Dies wird unterstrichen durch die Tatsache, daß auch bezüglich der eigenen Werte zumindest die Unklarheit bleibt, bei wieviel Untersuchungen genau eine Kompensation bzw. eine Dekompensation vorlag (vgl. III/2.21 a). Freilich spricht die Tatsache, daß in allen Fällen eine Operation erfolgte, dafür, daß ein bestimmtes Ausmaß bei der Dekompensation nicht überschritten war, da andernfalls die Operation nicht erfolgt wäre. Wie aber schon einmal in einem solchen Zusammenhang vermerkt, ist dies nur ein Hinweis, und kein eindeutiger Tatbestand. Somit bleibt das Fazit, daß unsere eigenen Ergebnisse von einem Teil der Literatur bestätigt werden und ihr daran gemessenes Verhalten darauf hinweist, daß keine allzu starke präoperative Dekompensation vorgelegen haben muss.

Durch die Operation wird die UZ nicht verändert, und liegt - wie der präoperative Wert - im Bereich für Herzgesunde. Dies ist auch zu erwarten, da reine Klappenveränderungen (Insuffizienz, Stenose) die Umformungszeit nicht beeinflussen. Die bereits diskutierte, mögliche Verlängerung der UZ bei kardialer Dekompensation spricht nicht gegen diese Feststellung: Hier ist die Verlängerung ja myokardial und nicht valvulär bedingt.

Auf Grund der Standardabweichungen (s.o.) und des etwas kleineren präoperativen Mittelwertes, liegen die unteren Grenzen der s/2s-Bereiche sehr eng beieinander, während der postoperative s/2s-Bereich mit seiner oberen Grenze etwas weiter nach oben reicht.

In der Anwendung auf den Einzelfall bedeutet dies, daß neben einer bestimmten Gruppe von Untersuchungen, bei der die UZ über die Operation hinweg konstant bleibt, sich zwei andere Gruppen die Waage halten müssten: Zum einen die Gruppe der Einzelfälle, bei denen es zu einer Abnahme der UZ kommt, und zum anderen die Gruppe derjenigen, bei der es zu einer Zunahme der UZ kommt. Dabei ist ein leichtes Überwiegen der Letztgenannten möglich.

In II/2.21 - 002 bleibt die UZ zweimal unverändert und steigt einmal an; dies bestätigt zwar die eben ausgeführte Darlegung recht gut, darf aber bei 3 Untersuchungen (!) nicht überbewertet werden. Das gilt sinngemäß auch für die Ergebnisse bei der DAZ und der r.ATZ.

b) Druckanstiegszeit

Sowohl der präoperative Mittelwert, als auch der postoperative Mittelwert liegen im Bereich für Herzgesunde, sogar im s-Bereich n.M. Auffällig ist die relativ deutliche präoperative Standardabweichung von 0,020 s bei nur 9 Fällen; die postoperative ist bei 21 Fällen mit 0,012 s sichtbar kleiner.

Die Angaben über das Verhalten der DAZ bei Aortenstenose gehen in der Literatur z.T. sehr auseinander. Einigkeit aber herrscht darüber, daß man zwischen einem kompensierten Stadium und einem dekompenzierten Stadium differenzieren sollte (lediglich bei 45 ist diese Unterscheidung nicht getroffen; es ist aber anzunehmen, daß sich die Angabe, daß die DAZ unverändert bleibt, auf das kompensierte Stadium bezieht).

Im kompensierten Stadium soll die DAZ unverändert bleiben (11, 12, 32). Nach Blumberger (12) ist dies darauf zurückzuführen, daß die Aortenklappenstenose die Herzarbeit generell nur während der Austreibungszeit beeinflusst.

Diesen Angaben stehen diejenigen von Michel gegenüber, der eine Verkürzung der DAZ fand (59). Freilich sieht Michel dies nicht unbedingt als Gegensatz an und schreibt: "Wir halten es für wahrscheinlich, daß auch hier die hämodynamischen Verhältnisse und damit die Schwere der Stenose für die unterschiedlichen Befunde bedeutsam sind. Bei korrelationsstatistischer Rechnung war in unserem Material nämlich eine indirekte Proportionalität zwischen DAZ und kardialen Auswurfvolumen erkennbar".

Im Stadium der Dekompensation kommt es zu einer Verlängerung der DAZ (11, 12, 32, 59). Sie ist weniger auf die Stenose, als vielmehr auf die durch sie ausgelöste Myokardschädigung zurückzuführen.

Unsere eigenen Werte stimmen mit diesen Angaben gut überein. Der präoperative Mittelwert weist darauf hin, daß die Werte im Durchschnitt an Herzen ermittelt wurden, deren Zustand als kompensiert zu bezeichnen war.

Durch die Operation verkürzt sich die DAZ unbedeutend und liegt inmitten des Bereiches für Herzgesunde.

Was die Standardabweichungen bzw. s/2s-Bereiche anbelangt, kann folgendes festgehalten werden:

Der präoperative s/2s-Bereich - der im Vergleich zum postoperativen geringfügig vergrößert ist - schließt auf Grund seines großen Umfangs auch einige verlängerte DAZ-Einzelwerte mit ein (ebenso wie verkürzte). Inwieweit dies in diesen Einzelfällen in Richtung einer beginnenden präoperativen Dekompensation (vgl. vorige Seite) weist, läßt sich bestenfalls vermuten.

Postoperativ liegt eine geringere Standardabweichung vor; sie nimmt um ca. 40 % ab, während die Fallzahl um ca. 133 % ansteigt. Es ist dies u.U. ein Hinweis auf die Stabilisierung der Einzelwerte in dem hier ermittelten s/2s-Bereich. Dies würde auch zur Folge haben, daß präoperative erhöhte DAZ-Werte (vgl. Oben) durch die Operation normalisiert wurden (vgl. hierzu III/2.21 - 3 a).

Bei der Betrachtung der Einzelwerte (II.2.21 - 002) ergibt sich, daß die DAZ zweimal ansteigt und einmal gleich bleibt. dies ist nicht gerade das, was man auf Grund der Mittelwerte und Standardabweichungen erwarten sollte; allerdings sind hier auch nur 3 Untersuchungen beschrieben, weswegen wir auf weitere Ausführungen verzichten wollen.

c) Relative Austreibungszeit

Der präoperative Mittelwert liegt mit 99,3 % innerhalb des s-Bereiches für Herzgesunde, der kleinere postoperative Mittelwert mit 96,4 % ebenfalls. Die Standardabweichungen fallen auffallend, bemerkenswert niedrig aus; bezüglich der Fallzahlen ergibt sich keine Veränderung gegenüber b) und a).

Will man für die (relative) Austreibungszeit Literaturangaben heranziehen, so ist es auch hier sinnvoll, zwischen einem kompensierten und einem dekompensierten Stadium zu unterscheiden.

Zunächst zum Ersten. Hier ist übereinstimmend eine Verlängerung der (r.) ATZ beschrieben (11, 12, 14, 32, 59), wobei der zugrunde liegende Mechanismus in etwa so aussieht: Die Stenose gestattet nur die Austreibung eines kleineren Volumens pro Zeiteinheit. Der Ventrikel beantwortet dies durch eine Erhöhung der systolischen Druckentwicklung und durch eine Verlängerung der Zeit für die Austreibung.

Im Stadium der Dekompensation gehen die Meinungen allerdings auseinander: Blumberger gibt auch hier eine Verlängerung der ATZ bis zu + 8 % vom Ausgangswert an (11, 12). Er begründet dies wie folgt: "...ich glaube aber, daß auch hier die Austreibungszeit verlängert bleibt, denn da die Strömungswiderstände während der Systole kaum ansteigen können, so besteht kein Anlaß zu einem vorzeitigen Systolenabbruch wie bei der dekompensierten Hypertonie, sondern die Austreibungszeit unterliegt nach wie vor den Bedingungen, die durch den verlangsamten Auswurf geschaffen sind." (14).

Demgegenüber schreibt Michel (59): "Gleichgültig, ob es sich um primär das rechte oder linke Herz belastende oder um muskuläre Prozesse handelt, eine Herzinsuffizienz führt..... zu einer Verkürzung der frequenzbezogenen Austreibungszeit". Obwohl hier von der r.ATZ und nicht von der ATZ die Rede ist, fällt der Unterschied doch ins Auge.

Eine mögliche Lösung könnte hierbei so aussehen: Seit Holldack

ist bekannt, daß eine Herzinsuffizienz die ATZ zunächst verlängert, bei weiterem Fortschreiten jedoch - durch Abbruch der Systole - verkürzt. Tritt zu einer Aortenstenose eine Herzinsuffizienz hinzu, so werden sich beide Mechanismen anfangs verstärken: Verlängerung der ATZ; erst bei noch stärkerer Ausprägung der Herzinsuffizienz kommt es zu einer gegenläufigen Entwicklung und zu einer allmählichen Verkürzung der ATZ. Es ist kaum vorstellbar, daß ein myokardgeschädigter Ventrikel immer die notwendige Kraft zur Aufrechterhaltung einer verlängerten Austreibung haben soll. So bestünde die oben angedeutete Lösung darin, daß das Verhalten der ATZ nicht nur von der Dekompensation an sich, sondern vom Schweregrad der Dekompensation abhängen kann; demnach kann man Dekompensation nicht a priori mit Dekompensation gleichsetzen. Hierzu bleibt noch nachzutragen, daß Blumberger die schweren Fälle nur selten untersuchen konnte (14), und auch Untersuchungen von Seitz zitiert, der bei reinen Aortenstenosen stets eine normale ATZ beschrieben hat.

Diese ausführlichen Darlegungen sind für unsere eigenen Werte von großer Bedeutung. Der präoperative Wert ist nämlich völlig unauffällig. Hierfür kann es 3 Ursachen geben:

- a) Die neun Werte, auf denen dieser Mittelwert beruht, bilden keine ausreichende Grundlage, und führten - in Übereinstimmung mit dem Gesetz der großen Zahl - zu einer wirklichkeitseutfernten Wiedergabe.
- b) Per Zufall stammen diese neun Werte von Patienten, - bei denen eine nur leichte Ausprägung der Aortenstenose bestand.

- Zwar wird in einem solchen Fall eigentlich kaum eine Operationsindikation gegeben sein; auf der anderen Seite ist die Indikation bei Aortenstenose vergleichsweise schwierig festzustellen (vgl. 5), weswegen ein Zufall, wie hier vorausgesetzt, zumindest denkbar erscheint.
- die präoperativ schon deutlich kompensiert waren; es ist hier insbesondere an Patienten des klinischen Stadiums IVa¹ zu denken, für die nach Reifferscheid (69) u.U. noch eine Operationsindikation besteht, wenn gleich man auch hier eine frühzeitigere angestrebt werden sollte (vgl. 5).

Unter diesen Gründen steht a) wahrscheinlich an erster Stelle. 9 Werte können zwar eine ausreichende Diskussionsgrundlage darstellen, sie können aber auch ebenso gut dem Zufall in die Hand spielen; hier liegt wohl eine wesentliche Erklärung für den von uns ermittelten präoperativen Mittelwert. Sieht man aber einmal hiervon ab, und wendet sich der Frage zu, welcher der unter b) aufgeführten Gründe dann an Wahrscheinlichkeit gewinnt, so wird man dem ersteren den Vorrang einräumen müssen. Eine derart starke Dekompensation wie beim zweiten vorausgesetzt, hätte die DAZ erheblich verlängert; zwar ist bei

1) Die Einteilung in klinische Stadien ist für die Operationsindikation nicht mehr zeitgerecht (5), wird aber dennoch verwendet.

III/2.21 - 2b schon einmal von der Dekompensation die Rede gewesen (siehe dort), doch nur in Bezug auf das mögliche Verhalten einzelner Untersuchungen. Eine Dekompensation aber, wie sie bei der zweiten Möglichkeit unter b) zu Grunde gelegt ist, hätte die Gesamtheit aller Werte in einen Bereich zwischen 0,05 und 0,07 s verlängern müssen, was aber keineswegs der Fall ist.

Da die UZ bei diesen Betrachtungen ausgeklammert werden muss (keine einheitlichen Angaben, siehe dort), müssen diese Überlegungen nach wie vor den Vermutungen zugeordnet werden.

So bleibt hier noch die klare Feststellung zu treffen, dass die Operation die r.ATZ um ca. 3 % vermindert. Wichtig hierbei ist, daß der postoperative Mittelwert im Bereich für Herzgesunde, sogar gut im s-Bereich n.M. liegt (vgl. Ausführungen zu III/2.23c).

Bei unseren intraindividuellen Beobachtungen (II/2.21 - 002) fällt die r.ATZ über die Operation hinweg dreimal ab. Dies ist allerdings auf Grund der Mittelwerte und der sie umgebenden s/2s-Bereiche durchwegs nicht für jeden Einzelfall zu erwarten.

Darüberhinaus wird hierdurch noch einmal das Problem beleuchtet, das entsteht, wenn man von Ergebnissen, die durch die "große Zahl" gewonnen wurden, auf das Verhalten der Einzelwerte rück-schließt.

d) Überblick

Die vor der Operation ermittelten Mittelwerte für UZ, DAZ und r.ATZ werden mit Angaben aus der Literatur verglichen. Die Literaturangaben stimmen nicht völlig überein, der Versuch einer Erklärung hierfür wird unternommen.

Die UZ kann man als mit den Literaturangaben übereinstimmend betrachten, wobei eine gewisse Unsicherheit bleibt, die vor allem auf die nicht einheitlichen Meinungen der zitierten Autoren zu diesem Thema zurückzuführen ist.

Für die DAZ gilt dasselbe, wenngleich nicht in demselben Umfang.

Das Verhalten der r.ATZ weicht etwas von den Literaturangaben ab; mögliche Ursachen hierfür werden diskutiert und nach ihrer Wahrscheinlichkeit abgewogen.

Nach der Operation sind UZ, DAZ und r.ATZ - gemessen am Kollektiv der Herzgesunden - normal und nehmen mit ihren Mittelwerten keine Randpositionen ein.

III/2.21 - 3 Präoperatives kombiniertes Aortenvitium

Bezüglich der Beschreibung der Ergebnisse sei auf II/2.21 - 03 und II/2.21 - 003 verwiesen.

Noch 1951 schrieb Holldack, daß die Diagnose des kombinierten Aortenvitiums zu wenig häufig gestellt wird (32). Dies hat sich zumindest insofern geändert, als das kombinierte Aortenvitium bei unserer Arbeit zahlenmässig am stärksten vertreten ist. Nichtsdestotrotz findet man kaum Arbeiten in der Literatur, die mit dem Begriff des kombinierten Aortenvitiums arbeiten. Wir beziehen uns im folgenden auf die Veröffentlichungen von Blumberger (11, 12).

Der Grund für diese Sachlage dürfte darin zu sehen sein, daß das kombinierte Aortenvitium per definitionem nicht so scharf zu umreißen ist, wie die Aortenstenose oder die Aorteninsuffizienz: Manchmal überwiegt in der Kombination die Stenose, manchmal die Insuffizienz, manchmal liegt eine ausgesprochene Ausgewogenheit vor. Damit ist die unter dem Begriff des kombinierten Aortenvitiums zusammengefasste Gruppe eher als heterogen zu betrachten. Es wäre aus diesem Grund wünschenswert bei der klinischen Diagnose den Versuch zu machen, stets eine Unterscheidung zu treffen zwischen einem

- a) ausgewogenen kombinierten Aortenvitium,
- b) kombinierten Aortenvitium mit überwiegender Stenose,
- c) kombinierten Aortenvitium mit überwiegender Insuffizienz.

Es sei schon jetzt vorausgeschickt, daß Blumberger nur zwischen b) und c) unterscheidet.

Diese vorgeschlagene Unterteilung wird schon lange angewandt, kommt aber bei der Mehrzahl der Untersuchungen nicht zur Anwendung. Infolgedessen arbeiten wir dennoch mit dem Begriff des kombinierten Aortenvitiums in seiner Gesamtheit, freilich die eben aufgeführte Problematik nicht aus den Augen verlierend. Außerdem muß noch hinzugefügt werden, daß eine Dreiteilung unseres Untersuchungsgutes eine zu starke Zersplitterung, und damit zu wenig Untersuchungen pro Gruppe bedeutet hätte.

a) Umformungszeit

Mit einem Mittelwert von 0,059 s vor der Operation und 0,061 s nach der Operation liegen die Werte im Bereich für Herzgesunde, und innerhalb des s-Bereiches n.M. Die Standardabweichungen sind nahezu identisch, die Zahl der Untersuchungen nicht (prä-OP: n = 22; post — OP: n = 60).

Bezüglich des Verhaltens der UZ bei einem kombinierten Vitium wird man stets das Verhalten der UZ bei Stenose und Insuffizienz berücksichtigen müssen. Erhebliche Abweichungen sind nicht zu erwarten (gilt auch für DAZ und r.ATZ).

So gibt Blumberger für die Gruppe c erwartungsgemäß eine unveränderte UZ an (11, 12). Für Gruppe b beschreibt Blumberger freilich eine verlängerte UZ (vgl. ebenfalls 11, 12), ein Befund, von dem er selbst sagt, daß er "nicht leicht zu deuten ist". Da er u.W. auf eine Deutung verzichtet, bleibt uns ebenfalls nur die kommentarlose Wiedergabe dieses Befundes.

Die Begriffe Kompensation, Dekompensation, und eine entsprechende Einteilung in zwei Gruppen, werden bezüglich des kombinierten Aortenvitiums in der uns bekannten Literatur nicht angewendet; infolgedessen werden auch wir uns daran halten. Es ist aber anzunehmen, daß es im Endstadium - im Mittel - zu einer Verlängerung der UZ und DAZ, sowie zu einer Verkürzung der r.ATZ kommt; dieses Verhalten gilt nämlich - unabhängig von der Art des schädigenden Prozesses - für die kardiale Dekompensation schlechthin (vgl. Michel (59) und III/2.21 - 1, III/2.21 - 2)). Allerdings dürfte ein derartiges Endstadium wohl kaum zur Operation gelangen und deswegen keine grössere Rolle spielen.

Der Bereich für unseren präoperativen Mittelwert ist damit abgesteckt; sein Verhalten bietet keinerlei Auffälligkeiten.

Dies gilt auch für den postoperativen Mittelwert, der - gemessen am Kollektiv der Herzgesunden - völlig normal ausfällt; allerdings konnte dies auf Grund der Ergebnisse bei der Aortenstenose und der Aorteninsuffizienz erwartet werden (siehe dort).

Dieser interindividuelle Vergleich besagt aber keineswegs, dass es in jedem Einzelfall zu keiner Veränderung der UZ kommt; vielmehr ist vorstellbar, daß neben einer Anzahl von Patienten, bei deren Untersuchung sich keine Veränderungen zeigten, es zwei gleiche Gruppen - Zunahmen und Abnahmen der UZ - geben muß, zwei Gruppen, die sich die Waage halten.

Hierzu bietet II/2.21 - 003 eine Orientierungsmöglichkeit. Tatsächlich halten sich die Zu- und Abnahmen mit je 6 Fällen das Gleichgewicht. Die Gruppe, die keine Veränderung aufweist, ist mit 3 Fällen relativ klein; einschränkend sei nochmals auf die - letztlich doch - geringe Zahl an Untersuchungen zu erinnern.

Noch ein Punkt erscheint uns erwähnenswert. Es fällt auf, daß es in der Regel dann zu einer Zunahme der UZ kommt, wenn niedrige präoperative Werte vorlagen, und umgekehrt, die UZ dann abnimmt, wenn die Werte präoperativ erhöht waren. Vielleicht ist dies so zu verstehen, daß die Operation für den Augenblick eine regulierende Funktion besitzt (vgl. III/2.21 - 2b); vielleicht aber besteht hier nur eine Zufälligkeit, basierend auf der geringen Zahl der Untersuchungen und den vorangegangenen Auswahlkriterien (vgl. II/2.21 - 00). Über alle Untersuchungen hinweg trifft diese Beobachtung jedenfalls nicht zu; andernfalls müssten die Standardabweichungen, und damit die Streuung der Werte nach der Operation, stets geringer sein als zuvor: Dem ist aber nicht so (z.B. II/2.21 - 02a,c).

b) Druckanstiegszeit

Mit einem Mittelwert von 0,021 s liegt die DAZ vor der Operation innerhalb des Bereiches für Herzgesunde, allerdings im 2s-Bereich n.M. Im Großen und Ganzen handelt es sich wohl um eine Grenzlage. Nach der Operation liegt die DAZ mit 0,032 s inmitten des Bereiches für Herzgesunde. Die Standard-

abweichungen differieren kaum, bezüglich der Fallzahlen siehe UZ.

Nach Blumberger (11,12), kann man bei Gruppe b eine unveränderte oder verlängerte DAZ erwarten, bei Gruppe c eine verkürzte (oft auch unmeßbar kurz bis hin zu 0 s).

Hält man sich nun vor Augen, daß die Operation die DAZ von den grenzwertigen 0,021 s um immerhin 0,011 s verlängerte, kann man davon ausgehen, daß es vor der Operation zu einer echten Verkürzung der DAZ gekommen war. Verglichen mit den Angaben von Blumberger spricht dies für ein Überwiegen der Insuffizienzkomponente im Gesamtkollektiv der Untersuchungen. Damit gut im Einklang steht auch die Tatsache, daß die UZ präoperativ nicht verändert war (vgl. auch III/2.21 - 1).

Nach der Operation finden wir - wie schon erwähnt - eine völlig normale DAZ vor.

Auf Grund der Tatsache, daß die Standardabweichungen größer sind als der Differenzbetrag zwischen prä- und postoperativen Mittelwert, kommt es zu einer breiten Überlappung der s-(und noch stärker der 2s-)Bereiche.

Dies spielt bei der Betrachtung der intraindividuellen gewonnenen Ergebnisse (II/2.21 - 003) insofern eine Rolle, als damit nicht in jedem Einzelfall mit einer Zunahme der DAZ nach der Operation zu rechnen ist. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß in einem kleinen Teil der Fälle die DAZ konstant bleibt oder sogar abnimmt (vgl. diesbezügliche Ausführungen in III/2.21 - 1).

Dies wird durch die Ergebnisse von II/2.21 - 003 bestätigt. Bei insgesamt 15 Untersuchungsfällen kommt es in 12 zu der erwarteten Zunahme der DAZ; in einem Fall bleibt die DAZ konstant und in den übrigen nimmt sie ab.

c) Relative Austreibungszeit

Mit 113,5 % liegt der präoperative Wert eindeutig ausserhalb des Bereiches für Herzgesunde (damit ausserhalb des 2s-Bereiches n.M.). Der postoperative Mittelwert liegt mit 92,5 % innerhalb des s-Bereiches für Herzgesunde (allerdings ausserhalb des s-Bereiches n.M.). Die Standardabweichungen unterscheiden sich kaum, wohl aber die Fallzahlen (n = 24 vor der Operation und n = 61 nach der Operation).

Nach Blumberger (11, 12) ist bei einem kombinierten Aortenvitium sowohl für die Gruppe b, als auch für die Gruppe c mit einer Verlängerung der ATZ zu rechnen. Dabei soll sich bei Gruppe b die ATZ im Mittel um 6 % gegenüber dem Mittelwert für Herzgesunde verlängern; bei Gruppe c gibt Blumberger diesbezüglich 18,7 % an.

Der Mittelwert für Herzgesunde beträgt - laut Michel (59) - bei der r.ATZ genau 100 % (vgl. I/2.25).

Bei unseren eigenen Werten finden wir eine präoperative Verlängerung der r.ATZ, wobei diese sogar noch über dem präoperativen Mittelwert für die reine Aorteninsuffizienz liegt (vgl. III/2.21 - 1c); allerdings beträgt der Unterschied

nicht einmal 2 %, weswegen ihm keine besondere Bedeutung beizumessen ist. Eines ist aber auf alle Fälle festzuhalten: Wie schon bei der DAZ (und durch das Verhalten der UZ bestätigt), spielt die Aorteninsuffizienz im Gesamtkollektiv aller hier zusammengefassten Untersuchungen offenbar die dominierende Rolle; das Verhalten der r.ATZ weist in diese Richtung. Freilich wäre es auch denkbar, daß im Gesamtkollektiv des kombinierten Aortenvitiums die Untersuchungen, bei denen eine Stenose überwiegt, zahlenmäßig genau so stark vertreten sind, wie die Vitien mit Überwiegender Insuffizienz. Da aber beim Überwiegen einer Stenose keine allzu starke Verlängerung der r.ATZ erwartet werden darf (siehe vorige Seite), könnte der hier ermittelte hohe Mittelwert dann nur noch so zustande gekommen sein, daß die Vitien mit Überwiegender Insuffizienz außergewöhnlich hohe relative Austreibungszeiten besitzen müßten. Dies aber, hätte eine außergewöhnlich starke Streuung der Einzelwerte und entsprechend große s/2s-Bereiche zur Folge; die hier ermittelten - eine der kleinsten überhaupt - stehen aber dem und den damit verbundenen Überlegungen entgegen.

Nach der Operation normalisiert sich die r.ATZ; zwar liegt sie nicht innerhalb des s-Bereiches n.M., aber angesichts der Tatsache, daß der 2s-Bereich bis 88 % reicht, kann man den postoperativen Mittelwert als normal bzw. noch normal bezeichnen.

Läßt man an dieser Stelle seinen Blick zu den Ergebnissen bei der Aortenstenose und der Aorteninsuffizienz zurückschweifen, läßt sich eine interessante Gemeinsamkeit entdecken: Je höher nämlich der präoperative Mittelwert der r.ATZ lag, umso niedriger fiel der postoperative aus. Hierüber wird später einmal ausführlich zu sprechen sein (vgl. III/2.23 c).

Auf Grund der starken Abnahme der r.ATZ nach der Operation - es sind rd. 21 % - und den nicht sehr großen Standardabweichungen, überlappen sich die s-Bereiche überhaupt nicht.

Vor diesem Hintergrund läßt sich bei der Betrachtung der Einzelfälle (II/2.21 - 003) von vorneherein vermuten, daß eine Abnahme der r.ATZ in aller Regel zu beobachten sein wird. Tatsächlich kommt es in 15 von 15 Untersuchungen zu einer Abnahme. Wie schon mehrmals dargestellt, ist dies zwar kein Beweis, wohl aber ein erhärtendes Indiz!

d) Überblick

Die präoperativen Ergebnisse für UZ, DAZ und r.ATZ werden mit den Literaturangaben verglichen. In allen drei Fällen besteht eine sehr gute Übereinstimmung, wobei ein Überwiegen der Insuffizienzkomponente im Gesamtkollektiv als wahrscheinlich herausgestellt wird.

Die postoperativen Werte liegen alle im Bereich für Herzgesunde und zeigen eine Normalisierung, sofern sie präoperativ verändert waren.

Für die r.ATZ ergibt sich der Hinweis, daß die Größe der Abnahme durch die Operation im Verhältnis zur Größe des Ausgangswertes vor der Operation steht.

III/2.22 Diskussion des Einflusses des Operationsalters

Die Beschreibung der Ergebnisse findet sich unter II/2.22.

Bei der Behandlung dieser Thematik ergibt sich von vorne herein eine Schwierigkeit: Bei unseren Darlegungen stützen wir uns auf Untersuchungsergebnisse von Patienten, die an einem Aortenvitium operiert wurden. Durch die Altersverteilung der Aortenklappenerkrankungen und die Kriterien der Operationsindikation kommt es zu einer Häufung der Untersuchungen im mittleren Lebensalter (vgl. auch II/2.22). Diese Häufung ist so stark ausgeprägt, daß im nachfolgenden die Gruppen 1 (unter 30) und 5 (über 60) auf Grund ihrer geringen Zahl an Untersuchungen (4 bzw. 5) gegenüber den anderen Gruppen praktisch zu vernachlässigen sind (vgl. III/1).

Derartige Schwierigkeiten ergeben sich nicht, wenn man die dyn. HZWe diesbezüglich z.B. an Herzgesunden untersucht; dies schon jetzt als Anmerkung zu den Literaturangaben (vgl. 58).

a) Umformungszeit

Die Mittelwerte aller Altersgruppen liegen im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches nach Michel. Der Bereich, in dem sich die Mittelwerte der Gruppen 2 - 4 bewegen, umfaßt 0,003 s ! Die Standardabweichungen dieser Gruppen unterscheiden sich kaum; bezüglich der Untersuchungsfallzahlen ist zu bemerken, daß sie in G 3 und G 4 am höchsten ausfallen, während in G 2 eine deutlich geringere Zahl an Untersuchungen vorliegt.

Bei Herzgesunden ist - gemäß Michel (58) - mit einer Zunahme der UZ vom zweiten Dezenium bis zum siebten Dezenium zu rechnen, und zwar von durchschnittlich 0,055 s auf durchschnittlich 0,065 s. Dieses Ergebnis ist "als in hohem Maße gesichert anzusehen" (Michel). Aus diesem Grund werten wir die Angabe Michels stärker als die Kühns (45), wonach sich die UZ im Senium nicht ändert. Diese Veränderungen der UZ also, - wie auch die noch zu besprechenden Veränderungen der DAZ und r.ATZ - führt Michel nicht auf eine physiologische Altersinsuffizienz zurück, sondern betrachtet sie als Ausdruck "einer besonderen Arbeitsform des alternden Herzens".

Bezüglich unserer eigenen Werte - bei Herzklappenoperierten - muß man festhalten, daß sie sich - von G 2 bis G 4 - nicht verändern, sondern in allen drei Gruppen sehr eng beieinander liegen, und zwar ohne eine ansteigende Tendenz. Schlüsselt man diese drei Gruppen nach dem Alter auf, für das sie stellvertretend stehen, so sieht man, daß es sich hierbei um die Altersklasse der 30 - 60jährigen handelt. Für diese Altersspanne ergibt sich bei Michel eine Zunahme der UZ von 0,059 s auf 0,064 s¹. So gesehen ist der Unterschied der

¹) Michel unterscheidet darüber-hinaus zwischen der Entwicklung der UZ bei Frauen und Männern. Da er aber zu keiner statistischen Sicherung der Unterschiede gelangt, verzichten wir auf eine getrennte Betrachtung, obwohl bei Aortenklappenerkrankungen die Männer überwiegen (nach 79 im Verhältnis 3 : 1) und geschlechtsdifferenzierte Betrachtungen nicht uninteressant wären.

der Ergebnisse von Michel und unseren Ergebnissen sehr minimal; im übrigen sei noch einmal auf die Angaben Kühns verwiesen (45), mit dessen Angaben sich unsere Werte ja vollständig decken.

Bezüglich G 1 und G 5 siehe Einleitung zu diesem Kapitel.

Darüberhinaus wird der Vergleich - besonders bei G 5 - noch dadurch erschwert, daß in unserer Untersuchung die Über-60jährigen in einer Gruppe erscheinen, während Michel hier noch einmal in 2 Gruppen unterteilt, und zwar in die 60 - 70jährigen einerseits und die Über-70jährigen andererseits; dabei nimmt die UZ in der 1. Gruppe geringfügig ab (wie dies bei unseren Werten G 5 gegenüber G 4 tut) und steigt in der 2. Gruppe dann wieder deutlich an.

b) Druckanstiegszeit

Die Mittelwerte für alle Gruppen liegen im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M. Bei den Gruppen 2 - 4 differieren die Standardabweichungen kaum; bezüglich der Untersuchungszahlen sei auf die UZ verwiesen.

Bei Herzgesunden steigt - nach Kühn (45) - die DAZ im Senium an (oder bleibt zumindest gleich) und nach Michel (58) steigt die DAZ - wie auch die UZ (siehe dort) - nahezu linear vom zweiten Dezenium bis über das 70. Lebensjahr hinaus an, und zwar von knapp 0,030 s auf 0,035 s (Mittelwerte). Innerhalb des Altersbereiches, der für uns von Interesse ist (30. bis 60. Lebensjahr), ist eine Zunahme von durchschnittlich 0,030 s auf 0,033 s zu verzeichnen.

Diese letzte Ausführung beschreibt zugleich das Verhalten unserer eigenen Mittelwerte (bei Herzklappenoperierten), die im gleichen Lebensabschnitt von 0,031 s auf 0,034 s - und zwar linear - ansteigen. Allerdings ist dies eine so minimale Änderung, daß man behutsam sein sollte mit der Feststellung, daß es sich hierbei um eine Übereinstimmung handelt.

Bezüglich G 1 bleibt noch anzumerken, daß hier bei nur 4 Untersuchungen die relativ hohe Standardabweichung von 0,014 s auftritt; diese Standardabweichung, die größer ist als z.B. bei G 2 (mit 23 Untersuchungen), ist ein Hinweis auf eine starke Streuung der Einzelwerte und unterstreicht noch einmal die Richtigkeit der Vorgangsweise, G 1 (und auch G 5) bei der Betrachtung zu vernachlässigen.

c) Relative Austreibungszeit

Die Mittelwerte aller Gruppen liegen im Bereich für Herzgesunde, derjenige von G 2 sogar im s-Bereich n.M. Bei G 2 und auch bei G 5 sind die kleinsten Standardabweichungen festzustellen; die übrigen sind unauffällig, an der Zahl der Untersuchungen hat sich nur Unwesentliches geändert.

Gemäß Michel verlängert sich die r.ATZ bei Herzgesunden von durchschnittlich 96 % im 2. bis 3. Dezenium auf 100 % und mehr ab dem 60. Lebensjahr, also um ca. 4 % in dem uns interessierenden Lebensabschnitt. Dies wird durch Stollreiter (88) im Großen und Ganzen bestätigt; er gibt an, daß beim Herzgesunden (in Ruhe) nach dem 45. bis 50. Lebensjahr "eine Tendenz zur ATZ-Erhöhung innerhalb der noch als normal zu betrachtenden Schwankungsbreite" besteht. Nach den Angaben von Kühn (45) nimmt die ATZ im Senium zu, kann aber auch unverändert bleiben. Dem gegenüber beschreibt Wetzler (98) eine Abnahme der "relativen ATZ" ab dem 55. Lebensjahr, wobei hier einschränkend hinzuzufügen ist, daß Wetzler "relativ" nicht nur in Beziehung zur Herzfrequenz, sondern auch in Beziehung zum Blutdruck versteht; seinen Einfluß haben wir aber nicht erfaßt. Somit bleibt festzuhalten, daß sich die r.ATZ bei Herzgesunden wahrscheinlich auf die zuvor beschriebene Art und Weise verhält, wenngleich dies nicht unumstritten ist.

Entsprechend ist nun die Diskrepanz, die sich im Vergleich zu unseren eigenen Werten bei Herzklappenoperierten ergibt, als wahrscheinlich, jedoch nicht als gesichert anzusehen. Unsere eigenen Mittelwerte zeigen nämlich eine fallende Tendenz, was bedeutet, daß z.B. bei G 2 ein höherer Mittelwert auftritt, als z.B. bei G 4. Betrachtet man unsere eigenen Ergebnisse nun genauer, so kommt man kaum umhin, festzustellen, daß sie relativ gut gesichert sind; dies gilt vor allem bei G 2 mit ihrem hohen Mittelwert - der sozusagen am wenigstens "paßt" - und ihrer geringen, der kleinsten, Standardabweichung. Von hier aus gesehen ist die mögliche Unstimmigkeit schwerlich zu erfaßen.

Sie ist auch nicht leicht zu klären, weswegen das im folgenden Dargelegte eher hypothetischen Charakter besitzt.

Es ist nämlich durchaus vorstellbar, daß die Grundkrankheit und die ihr gefolgte Klappenimplantation altersabhängig zu einer Veränderung im Verhalten der r.ATZ geführt haben. Es ist z.B. daran zu denken, daß sich jüngere Menschen in der Regel stärker belasten als ältere, und damit der noch zu diskutierende Stenoseeffekt (vgl. III/2.24 c, aber auch III/2.23 c) der Implantate deutlicher hervortreten kann (vgl.27). Man kann sich weiterhin vorstellen, daß das jüngere Herz nach der Operation die Rückbildung von Dilatation und/oder Hypertrophie schneller vollzieht als das ältere; der hypertrophe, aber suffiziente Ventrikel zeichnet sich nämlich durch eine Verkürzung der ATZ-Werte aus (88). Es ist aber auch möglich, daß eben doch statistische Unsicherheiten eine Rolle spielen, weswegen man das hier beschriebene Ergebnis zumindest vorsichtig interpretieren sollte.

d) Überblick

Der Einfluß des Operationsalters auf das Verhalten der dyn.HZWe wird untersucht und mit Literaturangaben über das altersabhängige Verhalten der dyn.HZWe bei Herzgesunden verglichen.

Die UZ zeigt keine erkennbare Abhängigkeit vom Operationsalter; ob in diesem Verhalten eine Abweichung gegenüber dem Verhalten bei Herzgesunden auftritt, bleibt fraglich.

Bei der DAZ ist - in Übereinstimmung mit dem Verhalten bei Herzgesunden - ein leichter Anstieg zu beobachten. Die Zunahme fällt aber gering aus, sodaß die Übereinstimmung mit dem Verhalten der DAZ bei Herzgesunden auch durch den Zufall bestimmt sein kann.

Die r.ATZ nimmt - unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit - höchstwahrscheinlich ab. Da über das Verhalten der r.ATZ bei Herzgesunden in der Literatur keine völlige Einigkeit herrscht, kann nicht mit Sicherheit auf ein diesbezüglich unterschiedliches Verhalten der r.ATZ bei Herzklappenoperierten geschlossen werden. Trotzdem werden hierfür denkbare Ursachen angeführt.

III/2.23 Diskussion des Einflusses des Zeitabstandes einer Untersuchung von der Operation

Zur Beschreibung der Ergebnisse sei auf II/2.23 verwiesen.

a) Umformungszeit

Die Mittelwerte liegen bei den verschiedenen Gruppen in einem Bereich von 0,055 s bis 0,064 s und damit alle im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M. Die Fallzahlen sind von Gruppe zu Gruppe sehr verschieden (sie reichen von 7 - 37), wobei die Standardabweichungen nicht positiv mit der Anzahl der Untersuchungen korrelieren.

Überblickt man die Gesamtentwicklung der Mittelwerte, insbesondere bei der graphischen Darstellung, so fällt eine gewisse Gesetzmäßigkeit ins Auge. Die UZ fällt von der Operation bis zum 7. bis 12. Monat hin ab und steigt anschließend wieder an, um zwischen dem 37. bis 100. Monat ihr Maximum zu erreichen.

Diese Entwicklung aber spielt sich in einem Bereich von 0,009 s ab: Zum einen bewegen wir uns damit deutlich an der Grenze der Meßgenauigkeit, zum anderen unterhalb der Größe der Standardabweichungen (nur in G 3 und G 6 gibt es kleinere). Berücksichtigt man dazu die jeweilige Anzahl von Untersuchungen, liegt es auf der Hand, daß man eine unzulässige Überinterpretation versuchen würde, wenn man auf die eben genannte Entwicklung der einzelnen Mittelwerte näher einging.

Bezieht man die s/2s-Bereiche mit in die Betrachtung ein, so unterstreicht ihr Verhalten das eben Dargelegte: Zum einen wird noch einmal klar, in welchem kleinem Bereich sich die Mittelwerte eigentlich bewegen; zum anderen kann man bei den s/2s-Bereichen und in ihrem Verhalten zueinander keine zusammenhängende Entwicklung (mehr) erkennen, und somit auch keine, die das Verhalten der Mittelwerte unterstreichen würde.

b) Druckanstiegszeit

Die Mittelwerte befinden sich alle im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M. Die Standardabweichungen gleichen einander sehr - Ausnahme: G 2. Hier besteht bei der kleinsten Anzahl an Untersuchungen die größte Standardabweichung überhaupt, was den Schluß zuläßt, daß der hier angegebene Mittelwert als sehr unsicher gelten muß. Bezüglich der übrigen Fallzahlen siehe UZ.

Klammert man G 2 zunächst aus, so sieht man, daß sich die Mittelwerte in einem Bereich von 0,029 s bis 0,035 s bewegen; hierbei folgt einem niedrigen Mittelwert stets ein höherer, und umgekehrt. Hierdurch wird deutlich, daß eine kontinuierliche Tendenz im Verhalten der einzelnen Mittelwerte zueinander nicht zu beobachten ist; Dies kann man auch durch einen Blick auf die graphische Darstellung erkennen.

Was nun die s/2s-Bereiche anbelangt, so ist hier festzustellen, daß sie sich alle - mit der Ausnahme von G 2 - bei fast gleicher Ausdehnung nahezu parallel erstrecken; dies unterstreicht noch einmal das bisher Dargelegte.

c) relative Austreibungszeit

Bei der Betrachtung der Mittelwerte fällt zweierlei auf:

- a) Mit Ausnahme von Gruppe 1 liegen alle Werte im Bereich für Herzgesunde und somit innerhalb des s-Bereiches n.M.. Bei Gruppe 1 hingegen wird die untere Grenze des 2s-Bereiches um ca. 3 % unterboten.
- b) Die Mittelwerte folgen alle einer deutlich erkennbaren ansteigenden Linie, die anfangs steiler ausgeprägt ist und sich gegen Ende hin abflacht.

Gerade in Bezug auf die zweite Beobachtung, muß zunächst der Frage nachgegangen werden, wie gut diese Werte untermauert sind.

Am Anfang steht G 1 mit 37 Untersuchungen und einer Standardabweichung von 8,2 %; ähnliche Verhältnisse findet man bei G 4 und G 5, wo mit 22 bzw. 23 Untersuchungen Standardabweichungen von 7,5 % bzw. 6,0 % erreicht werden. Die übrigen Gruppen verfügen über z.T. deutlich weniger Untersuchungen, die Standardabweichungen aber liegen in einer vergleichbaren Größenordnung.

Faßt man dies alles zusammen und berücksichtigt man ausserdem die Tatsache, daß sich die Mittelwerte dieser - immerhin 7 - Gruppen so eindeutig zu einer kontinuierlichen Entwicklung zusammenfinden, so kann man Zufälligkeiten als relativ unwahrscheinlich ausklammern. Außerdem hat Trenkwalder (92) bei seinen Untersuchungen ein ähnliches Verhalten beschrieben.

Die Entwicklung beginnt bei rd. 85 %, d.h. die r.ATZ ist nach der Operation verkürzt. Dergleichen wurde bereits in III/2.21a und c, sowie in den dazugehörigen Kapiteln des Abschnitts II diskutiert und beschrieben. Dort war die postoperative Verkürzung allerdings in keinem Fall so ausgeprägt wie hier. Dies hängt vor allem damit zusammen, daß in der Gruppe 1 nur Untersuchungen des 1. postoperativen Monats verwendet wurden, während in II/2.21 - 01 bis 03 eine derartige Beschränkung nicht besteht; Dies ist vor allem darauf zurück-zuführen, daß bei der Konzeptionierung dieser Arbeit die hier erkannte Erscheinung nicht bekannt war, sodaß man sie hätte berücksichtigen können.

So wollen wir uns jetzt der zentralen Frage zuwenden, nämlich der, warum die r.ATZ direkt nach der Operation so stark verkürzt vorliegt und mit zunehmendem Abstand von der Operation kontinuierlich ansteigt. In diesem Zusammenhang ist an 3 Ursachen zu denken, die wir zunächst in Form einer Hypothese vorstellen wollen. Im Anschluß daran sollen ihr Für und Wider ausführlich erörtert werden.

a) Zurückschlagphänomen

Vor der Operation kommt es bei der Aorteninsuffizienz zu einer zunehmenden Blutregurgitation, die das pro Schlag zu befördernde Volumen zusehends vergrößert. Der Ventrikel beantwortet dies u.a. durch eine Verlängerung der Austreibungszeit. Diese Volumenbelastung führt aber auch allmählich zu einem Umbau der myokardialen Strukturen.

Ähnliches gilt auch für die Aortenstenose, nur daß die Verlängerung der ATZ hier durch eine verkleinerte Ausflußbahn erzwungen wird und der myokardiale Umbau primär auf Grund

der resultierenden Volumenbelastung erfolgt. (Das kombinierte Aortenvitium wird hier nicht gesondert behandelt, da es keine grundlegend neuen Aspekte beinhaltet). Der Ventrikel wird nun versuchen die Druck- und/oder Volumenbelastung solange auszugleichen, wie es ihm möglich ist. Da die Grundkrankheit aber meistens fortschreitet, wird auch der myokardiale Umbau weitergehen, wird die Verlängerung der Austreibungszeit zunehmen. Das Ende ist dann erreicht, wenn der Ventrikel die Grenze seiner Ausgleichsmöglichkeiten erreicht hat und das Stadium der Dekompensation allmählich beginnt. Bis zu diesem Zeitpunkt aber, war es dem Ventrikel möglich, die Druck- und/oder Volumenbelastung aufzufangen.

Durch die Operation fallen diese Belastungen aber innerhalb kürzester Zeit weg; zurück bleiben die ventrikeleigenen Kompensationsmechanismen, die zunächst weiterbestehen und erst im Laufe der Zeit rückbildungsfähig sind.

Es liegt nun nahe, anzunehmen, daß dergleiche Ventrikel, der präoperativ erhöhte Drucke oder Volumina vermittels seiner Kompensationsmechanismen über eine Verlängerung der Austreibungszeit ausglich, daß dergleiche Ventrikel normale Drucke und Volumina - bei bestehenden Kompensationsmechanismen - mit einer verkürzten ATZ bewältigt.

Folgt man diesem Gedanken weiter, so ist zu fordern, daß je deutlicher die postoperative Verkürzung ausfällt, umso deutlicher die präoperative Verlängerung sein sollte. (Zurückschlagphänomen).

Mit der sich anschließenden Rückbildung der Kompensationsmechanismen wird sich die ATZ wieder verlängern und sich derjenigen von Herzgesunden anpassen.

Ist der Ventrikel präoperativ schon dekompensiert (und die ATZ normal oder sogar verkürzt), gilt der eben beschriebene Mechanismus nicht, sondern die Eigengesetzlichkeit der Herzinsuffizienz (vgl. hierzu c).

b) Stenoseeffekt

Mit der Implantation einer suffizienten Aortenklappe wird die Hämodynamik zunächst gebessert. Nachdem sich der Ventrikel von der Operation erholt hat und sich der Patient wieder zunehmenden Belastungen aussetzt, wird das gesamte Herz- und Kreislaufsystem zusehends mehr beansprucht. Die zuvor unmerkliche Stenose der Kunstklappe wird nun deutlicher und so lange zunehmen, bis sich ein neues Gleichgewicht zwischen Klappenstenose und Ventrikelarbeit ausgebildet hat. Da die Stenose konstruktionsbedingt ist und nicht krankheitsbedingt weiterläuft, wird sie ab einem bestimmten Zeitpunkt sich nicht mehr verstärken. Die verbesserte Hämodynamik, die sich durch die Operation ergibt, verkürzt die ATZ zunächst deutlich. Mit zunehmendem Hervortreten der Stenose wird sich die ATZ dann verlängern, und zwar anfangs schneller und gegen Ende hin langsamer, um sich dann - mit Erreichen des eben erwähnten Gleichgewichtszustandes - auf einen bestimmten Wert einzupendeln.

c) Postoperative Ventrikelinsuffizienz

Die Operation stellt für das Herz eine nicht unerhebliche Belastung dar: Eingriff in Hypothermie (vgl. 26), Einsatz eines körperfremden Substrates, Verletzungen des Herzens durch die Resektions- und Implantationsmaßnahmen, Wundheilung und anderes mehr sind Faktoren, die den Ventrikel zusätzlich schwächen. Die ATZ wird unter diesen Umständen postoperativ stark gekürzt. Im Laufe der Zeit erholt sich der Ventrikel wieder und gewöhnt sich gleichzeitig an die neuen hämodynamischen Verhältnisse. Dies führt dazu, daß sich die ATZ wieder verlängert und allmählich einem Wert zustrebt, wie er bei Herzgesunden anzutreffen ist; wenn dieser Wert erreicht ist, ist auch die postoperative Ventrikelinsuffizienz weitgehend zurückgebildet.

Soweit diese 3 Denkmodelle, die wir jetzt erörtern wollen.

Durch die Operation werden zweifellos die Volumen- und/oder Druckbelastungen, die ursächlich die wichtigste Rolle bei der Verlängerung der r.ATZ spielen, beseitigt. Dabei gilt - und zwar für die durch eine Insuffizienz bestimmten Vitien (die bei uns wohl die Hauptrolle spielen, vgl. III/2.21 - 3) - daß das Schlagvolumen dabei positiv mit der r.ATZ korreliert (59, 46, vgl. aber auch 62): Je größer das Schlagvolumen, desto höher die r.ATZ - umso deutlicher aber auch ihre Abnahme bei der Verkleinerung des überhöhten Schlagvolumens nach der Operation (vgl. III/2.21 - 1 c und III/2.21 - 3 c). Bei den Aortenstenosen, die in unserem Untersuchungsgut zahlenmäßig allerdings deutlich zurücktreten, muß - aufs Ganze gesehen - angenommen werden, daß die Schwere der Stenose mit der r.ATZ in Verbindung steht (59); somit kann bei Behebung derselben durch eine Operation auch hier der Rückgang der r.ATZ gut belegt werden (vgl. III/2.21 - 2 c: Selbst hier führt die Operation zu einem Rückgang, obwohl kaum eine präoperative Verlängerung vorliegt). Inwieweit hierbei auch eine erneute Stenose durch die Prothese eine Rolle spielt, soll später erörtert werden.

Die genannten Vorgänge erklären aber lediglich einen Rückgang der r.ATZ auf Normalwerte (oder knapp darunter), nicht aber das Herabsinken auf rd. 85 %.

Würde man zur Erklärung dieses Vorganges auf die Hypothese des Zurückschlagphänomens zurückgreifen, so wäre zu fordern, daß postoperativ sofort ein gut funktionierender Ventrikel vorliegt, ein Ventrikel, der somit seine erworbenen Kompensationsmöglichkeiten voll zum Einsatz bringen kann.

Dies ist aber - soweit man Aussagen über den Ventrikelzustand machen kann - so gut wie nie der Fall (91). Vielmehr ist mit einer ausgeprägten postoperativen Ventrikelinsuffizienz zu rechnen, die verschiedene Ursachen besitzen kann:

- a) Auf Grund der jahrelangen, extremen hämodynamischen Belastungen kann das Myokard z.T. irreversibel vorgeschädigt sein (27). Dies ist vor allem bei den durch eine Insuffizienz bestimmten Vitien der Fall (!),

kaum jedoch bei den Vitien, die durch eine Stenose geprägt werden (vgl. 53).

Dies macht zugleich deutlich, daß der Ventrikel unter seinen Kompensationsmechanismen eher leidet als profitiert, was deutlich gegen die Hypothese des Zurückschlagphänomens spricht.

- b) Durch die intraoperativ entstandene Ischämie wird die Kontraktilitätsreserve eingeschränkt (1). Dabei ist eine gute Korrelation zwischen der Dauer der Myokardischämie und der oftmals nur feinen Schädigung des Herzmuskels wahrscheinlich, wenn auch nicht unumstritten (vgl. 1 und 77).
- c) Operationsbedingte Veränderungen der funktionellen Anatomie können die Myokardfunktion stören. Diese Ursache wird vor allem beim Mitralklappenersatz diskutiert (9, 51, 68) und ist für den Aortenklappenersatz z.Zt. noch nicht geklärt.
- d) Nach dem Klappenersatz entwickeln sich degenerative Veränderungen als direkte Folge einer mechanischen Irritation des Herzmuskels (27). Zu nennen sind auch diffuse und fokale Verdickungen der Aortenwurzel, die auf Turbulenzen an der Kunstklappe zurückgeführt werden (73).

Inwieweit darüberhinaus noch andere Faktoren eine Rolle spielen, ist ungeklärt: dies gilt vor allem für den möglichen Einfluß der operationsbedingten Veränderungen von "preload" und "afterload".

All diese Faktoren legen eine erhebliche postoperative Ventrikelinsuffizienz nahe. Die Schwere dieser - vorwiegend myokardial bedingten - Insuffizienz macht klar, warum die r.ATZ nach der Operation so weit absinkt (und nicht etwa ansteigt; vgl. 45, 59, aber auch 57 oder 36: Verhalten der ATZ in Abhängigkeit von der Schwere der Herzinsuffizienz). Dieser Einfluß der postoperativen Ventrikelinsuffizienz muß natürlich auch dann bestehen, wenn die r.ATZ präoperativ nur mäßig erhöht oder sogar normal war. Dies könnte bei der operationsbedingten Verkürzung der r.ATZ bei der Aortenstenose eine Rolle gespielt haben (vgl. II/2.21 - 02 c und III/2.21 - 2 c).

Mit zunehmendem Abstand von der Operation läßt die Ventrikelinsuffizienz nach, sofern nicht irreversible Schäden vorliegen oder die Myokardinsuffizienz präoperativ zu ausgeprägt war (52). Dabei können sich sogar Dilatationen (67) und Hypertrophien, wenn auch nur selten vollständig (83), zurückbilden. Vor allem aber wird der Sauerstoffverbrauch des Myokards auf Grund der Normalisierung der Hämodynamik gesenkt (Zurückgang der Druck- und/oder Volumenbelastung, Abnahme der systolischen Wandspannung u.a.m. vgl. 27). Außerdem wird der Koronarperfusionsdruck durch die Korrektur der Aortenklappenzerstörung verbessert (27). In dieser Zeit nimmt die r.ATZ - gleichsam wie unter einer wirksamen Glykosidtherapie (vgl. 36) - langsam wieder zu.

An dieser Stelle muß noch einmal auf die UZ und die DAZ eingegangen werden. Eine Herzinsuffizienz - allgemein ausgedrückt - beeinflußt die UZ und die DAZ kaum (36, 59), es sei denn, daß sie schwere Ausmaße annimmt (59; hiervon ist dann insbesondere die DAZ betroffen (45)).

Bei der unvoreingenommenen Betrachtung der Werte von UZ und DAZ (vgl. a , b) ist ein auffälliges Verhalten nicht festzustellen; legt man aber - im nachhinein - die Kenntnisse über das Ausmaß der postoperativen Ventrikelsuffizienz zu Grunde, so erfaßt man eine geradezu unmerkliche Erhöhung der Mittelwerte bis zum 3. Monat hin, bei der UZ weniger, bei der DAZ geringfügig deutlicher (vgl. II/2.23 a und b; bezüglich der DAZ vgl. auch 7). Inwieweit dies tatsächlich Ausdruck der postoperativen Ventrikelsuffizienz ist, muß aber offen bleiben. Es ist aber festzuhalten, daß das Verhalten der UZ und DAZ keine Anhaltspunkte bietet, die gegen das bisher Dargelegte bezüglich der r.ATZ sprächen.

Es bleibt somit noch abzuklären, inwieweit die unter b) dargelegte Hypothese von Bedeutung ist.

Es ist tatsächlich bekannt (21), daß bei intraoperativ oder unmittelbar postoperativ durchgeführten Messungen keine transvalvulären Druckgradienten als Ausdruck einer Stenose nachzuweisen sind, während nach wenigen Monaten oftmals eine hämodynamisch bedeutsame Stenose entwickelt ist, die sich unter Belastung funktionell verstärken kann. Dies ist nach Meinung der eben zitierten Autoren als Ausdruck einer Restriktion der Klappenöffnungsfläche durch einwachsendes fibrogranulomatöses Gewebe und/oder durch die Apposition von Thromben aufzufassen.

Eine solche Stenosierung führt zwangsläufig zu einer Verlängerung der r.ATZ (vgl. III/2.21 - 2 c), wobei sich die UZ und die DAZ in der Regel nicht verändern. Dies alles gilt insbesondere für Klappen, die konstruktionsbedingt eine stärkere Stenosewirkung besitzen (vgl. III/2.24 c). Dazu kommt noch, daß die Klappentypen, die in unserem Untersuchungsgut vorherrschen - und zumeist keinen zentralen Durchfluß besitzen - turbulente Strömungsprofile in der ascendierenden Aorta nach sich ziehen (St.-Ed.-Ku., Bj.-Sh., Li.-Ca. u.a. vgl. 27). Wenngleich das nicht für alle Typen unumstritten gilt (vgl. 8), so ist es durchaus denkbar, daß die unter d) aufgeführten Ursachen (für die postoperative Ventrikelsuffizienz) durchaus einen Stenoseeffekt begünstigen.

Was das Verhalten der r.ATZ anbelangt, so steigt sie nicht nur bis 100 % an (vgl. 59: Normalwert = 100 %), sondern geht darüberhinaus, wobei es nicht erkennbar ist, ob die letztlich ermittelten 102,5 % den Schlußpunkt der Entwicklung darstellen, oder ob diese - freilich mit verminderter Stärke - noch weiter geht. Diese Überlegungen vereinbaren sich durchaus mit der Hypothese des Stenoseeffektes; allerdings lassen sie sich nicht beweisen. Genaugot ist es nämlich möglich, daß die sich zurückbildende Ventrikelsuffizienz vorübergehend die r.ATZ erhöht, sie aber später - was hier nicht mehr erfaßt wurde - wieder zurückbildet (vgl. 36: zweiphasiges Verhalten der r.ATZ bei Herzinsuffizienz).

Für diesen letzten Gedanken spricht u.a. auch, daß all diejenigen Effekte, die im engeren Sinne auf die Aortenklappe zurückzuführen sind, nicht die dominierende Rolle zu spielen scheinen. Anders ist es nämlich nicht zu erklären, daß - wie eingangs schon erwähnt - Trenkwalder (92) nach Mitralklappenersatz dieselbe postoperative Entwicklung der r.ATZ beschreibt, so, wie sie bei uns beobachtet wurde.

Diese Tatsache rückt natürlich die postoperative Ventrikelsuffizienz in den Vordergrund; auf Grund ihrer Ursachen (vgl. dort) ist sie wohl der einzigste Faktor, der sowohl nach Aortenklappenersatz, als auch nach Mitralklappenersatz eine Rolle spielen kann.

d) Überblick

Es wird das Verhalten der dyn.HZWe in Abhängigkeit vom Zeitabstand der Untersuchung nach der Operation aufgezeigt. UZ und DAZ zeigen dabei keine Auffälligkeiten und verändern sich mit zunehmendem Zeitabstand höchstwahrscheinlich nicht.

Die r.ATZ nimmt hingegen von rd. 85 % im Laufe der Zeit auf über 100 % zu. Zur Erklärung werden die Hypothesen des "Zurückschlagphänomens", des "Stenoseeffektes", sowie der "postoperativen Ventrikelsuffizienz" dargelegt und erörtert, wobei letztere als der wichtigste Faktor wahrscheinlich gemacht wird.

III/2.24 Diskussion des Einflusses der Prothesenart.

Bezüglich der Beschreibung der Ergebnisse sei auf II/2.24 - 1 und II/2.24 - 2 verwiesen; im folgenden werden diese beiden Kapitel zusammen behandelt.

a) Umformungszeit

Bei der Unterteilung nach Fabrikationstypen liegen alle Werte im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind auffallend klein; dies ist auch bei den dazugehörigen Standardabweichungen der Fall (Ausnahme G 4 mit $s = 0,005$ s bei 5 Untersuchungen). Deutliche Unterschiede ergeben sich bei den jeweiligen Zahlen der durchgeführten Untersuchungen. Auf Grund dieser Tatsache liegen die Verhältnisse bei der Zusammenfassung nach Konstruktionsmechanismen vom Prinzip her nicht viel anders.

An Hand dieser Ergebnisse ergibt sich kein Anhaltspunkt, daß der Fabrikationstyp oder der Konstruktionsmechanismus der künstlichen Klappe einen Einfluß auf die Umformungszeit ausüben: Die einzelnen Mittelwerte und ihre $s/2s$ -Bereiche unterscheiden sich kaum und weisen - mit der oben zitierten Ausnahme - keinerlei Besonderheiten auf. Die Ausnahme besteht bei den Xenograft-Edwards-(bzw. Bio-) Prothesen mit ihrem kleinen $s/2s$ -Bereich: Bei 5 (bzw. 6) Untersuchungen ist dies nicht außergewöhnlich, sondern eigentlich zu erwarten.

b) Druckanstiegszeit

Bei der Unterscheidung nach Fabrikationstypen liegen die Mittelwerte im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M. Die Standardabweichungen differieren etwas, wobei es so scheint, daß die Größe der Abweichung positiv mit der Anzahl der Untersuchungen korreliert, womit dieser Tatsache keine besondere Bedeutung beizumessen wäre. Bei der Unterteilung nach Konstruktionsmechanismen liegen die Verhältnisse - vom Grundsätzlichen her - wieder sehr ähnlich.

Insgesamt ist festzuhalten, daß das Verhalten der DAZ keinen Anhaltspunkt bietet, wonach sie von der Art der Aortenprothese beeinflußt sein könnte; dies läßt sich auch am Verhalten der $s/2s$ -Bereiche belegen: Auf Grund ihrer Ausdehnung und ihrer Lage zueinander gibt es so gut wie keine nennenswerten Differenzen.

c) Relative Austreibungszeit

Bei der Unterscheidung nach Fabrikationstypen ergibt sich folgendes Bild: Innerhalb des s-Bereiches n.M. liegen die Mittelwerte der St.-Ed.-Ku.- und der Li.-Ca.-Prothesen, innerhalb des 2s-Bereiches der Mittelwert für die Bj.-Sh.-Klappen und außerhalb des Bereiches für Herzgesunde der Mittelwert der Xe.-Ed.-Prothesen. Die Standardabweichungen unterscheiden sich geringfügig (Ausnahme: Xe.-Ed.-Prothesen),

die Zahl der Untersuchungen - wie bei UZ und DAZ - z.T. erheblich.

Bei der Unterteilung nach Konstruktionsmechanismen ergeben sich folgende Verhältnisse: Innerhalb des s-Bereiches n.M. findet man den Mittelwert für die Kugelklappen, innerhalb des 2s-Bereiches denjenigen für die Scheibenprothesen und außerhalb des Bereiches für Herzgesunde denjenigen der Bio-Prothesen. Die Standardabweichungen verhalten sich im Verhältnis zur Anzahl der Untersuchungen unauffällig.

Somit ergibt sich bei der r.ATZ ein anderes Bild als bei der UZ und der DAZ.

Bei der Suche nach einer Erklärung ist in erster Linie an das hämodynamische Verhalten der Klappen an sich zu denken. Legt man eine regelrecht arbeitende Klappe zu Grunde - was hier der Fall ist, da nur Klappen der Oberklasse A (vgl. II/1.2 und II/1.33)! - so kommt an hämodynamischen Faktoren nur die Stenose durch die Art, wie die Klappe gebaut ist, in Frage. Der Gegenpart, die Insuffizienz der Klappe durch sich selbst - also auf Grund der Konstruktion - ist bei den heute, besonders aber bei den hier verwendeten Klappen in einem erheblichen Maße nicht unbedingt anzunehmen. Auch eine beträchtliche Insuffizienz auf Grund des postoperativen Verlaufes - dies nur nebenbei - kann nicht sehr ins Gewicht fallen, ist hier doch nur Oberklasse A zur Untersuchung gelangt. Dennoch ist eine Insuffizienzkomponente *sui generis* nicht absolut abzulehnen.

Es ist in der Literatur bekannt, daß faktisch alle verwendeten Typen einen mehr oder minder ausgeprägten Stenoseeffekt besitzen, der selbst unter Ruhebedingungen besteht und unter Belastung zunimmt (vgl. 27; im Folgenden beschränken wir uns auf die Ergebnisse, die in Ruhe gewonnen wurden, da die Bestimmung der dyn. HZWe ebenfalls unter Ruhebedingungen erfolgt). Hierbei ist bei den einzelnen Typen von Bedeutung, wie groß die effektive Öffnungsfläche in vivo ist (vgl. 27): In vitro zeigen nämlich nahezu alle heute verwendeten Klappentypen sehr gute strömungsmechanische Eigenschaften (vgl. 25), während bei in-vivo-Messungen dann z.T. sehr unbefriedigende Werte ermittelt wurden (vgl. 27). Bezüglich der dyn.HZWe darf man bei Stenosen an der Aortenklappe mit einer unveränderten UZ und DAZ - wie bei uns der Fall (vgl. III/2.24 a, b) - und einer verlängerten r.ATZ rechnen (vgl. III/2.21 - 2 c: Ein Abfall der r.ATZ ist in diesem Zusammenhang erst beim Auftreten einer erheblichen Herzinsuffizienz zu erwarten). Dabei kann man vom Maß der Verlängerung der r.ATZ durchaus auf die Schwere der Stenose schließen (vgl. 59).

Demnach müßte der Stenoseeffekt bei den Kugelprothesen am stärksten, bei den Scheibenklappen weniger stark, und bei den Bio-Prothesen - mit Vorbehalt (Zahl der Untersuchungen!) - am geringsten ausgeprägt sein. Tatsächlich ist man sich weitgehend einig, daß Scheibenklappen hämodynamisch günstiger als Kugelventile anzusehen sind (vgl. 15, 17, 78). Bei ersteren ist - und zwar bei verschiedenen Prothesengrößen - das Verhältnis von Ventildurchmesser zu Klappenöffnung allein schon rechnerisch günstiger (gezeigt am Beispiel der Björk-Shiley-Prothese; 78). Entsprechend fällt der transvalvuläre Druckgradient - Ausdruck der Stenose - bei der Bj.-Sh.-Prothese günstiger aus, als bei der Smeloff-Cutter-Prothese, einer Vertreterin der Kugelklappen (vgl. 56).

Da die Smeloff-Cutter-Klappe - sie besitzt übrigens einen Doppelkäfig - im Vergleich zur Starr-Edwards-Klappe bei einem kleineren Außendurchmesser - rein rechnerisch - eine größere Öffnungsfläche besitzt (43), liegt es nahe, anzunehmen, daß der sich entwickelnde Druckgradient bei der Starr-Edwards-Klappe in vivo nicht wesentlich kleiner ausfällt als bei der Smeloff-Cutter-Prothese. Diese Folgerung wird dadurch erhärtet, wenn man sich vergegenwärtigt, daß Kugelprothesen im allgemeinen relativ kleine effektive Öffnungsflächen besitzen, die für den Stenoseeffekt - wie gesagt - vor allem verantwortlich zu machen sind (vgl. 23, 78, 84).

Ob es hämodynamische Unterschiede zwischen den Scheibenklappen gibt, ist umstritten. Nach 24 war zwischen beiden Typen (die in unserem Untersuchungsgut aufscheinen) bezüglich verschiedener Parameter (Herzzeitvolumen, Druckgradient u.a.) kein signifikanter Unterschied feststellbar; demgegenüber ist nach Diggelmann et al. (19) die Bj.-Sh.-Klappe der Li.-Ca.-Prothese hämodynamisch überlegen, da sie u.a. zu einer deutlich geringeren Druckbelastung des linken Ventrikels führt.

Bei unseren eigenen Ergebnissen ist die r.ATZ bei der Li.-Ca.-Prothese gegenüber der r.ATZ bei der Bj.-Sh.-Klappe verlängert, wenn auch nur angedeutet (Differenz: rd. 3 %).

Bei den Bio-Prothesen fällt die Beurteilung z.Zt. noch schwer, vor allem auf Grund der kurzen Zeit ihrer praktischen Anwendung. Da sie diejenigen Klappen sind, die dem physiologischen, zentralen Durchfluß am nächsten kommen (38), verwundert es nicht, daß ihre hämodynamischen Eigenschaften im Vergleich zu den vorhandenen Prothesen als zumindest ebenbürtig charakterisiert werden (27, 63 vgl. auch 66). Daneben überzeugen sie auch noch durch die geringe Zahl der Klappenbezogenen Komplikationen (38), die Möglichkeit ohne Antikoagulantien auszukommen (63) u.a.m. in Verbindung mit ihrer guten Haltbarkeit (28).

Was unsere eigenen Werte anbelangt, so kann man festhalten, daß die Bio-Prothesen - gemessen an der r.ATZ - keine schlechteren Resultate liefern als die anderen Prothesen. Obwohl der ermittelte Wert der r.ATZ darüberhinaus die Vermutung nahelegt, daß Bio-Prothesen in vivo so gut wie zu überhaupt keiner Stenose führen, gilt es behutsam zu sein: Bei 6 Untersuchungen ist der von uns errechnete Mittelwert nicht all zu gut gesichert, wenngleich die Größe der Standardabweichung auf keine große Streuung hinweist.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß unsere bisherigen Überlegungen sich nur auf das hämodynamische Verhalten der einzelnen Klappen beziehen. Davon abweichen können freilich die subjektiven Ergebnisse, die sich am Befinden der Patienten orientieren: So ergaben sich beispielsweise bei einer Langzeituntersuchung diesbezüglich keine Unterschiede zwischen den Starr-Edwards-Prothesen und Björk-Shiley-Klappen (74; vgl. aber auch Ausführungen in II/1.2 und II/1.33).

d) Überblick

Das Verhalten der dyn.HZWe bei den verschiedenen Fabrikationstypen und Konstruktionsmechanismen der Aortenprothesen wird untersucht.

Ein Einfluß auf die UZ und die DAZ kann nicht nachgewiesen werden; sie bleiben weitgehend unverändert.

Die r.ATZ variiert erheblich. Die höchsten Mittelwerte werden bei den Kugelprothesen (hier hauptsächlich St.-Ed.-Ku.), die niedrigsten bei den Bioprothesen (hier hauptsächlich Xe.-Ed.) erreicht; in der Mitte liegen die Scheibenprothesen (Bj.-Sh.- und Li.-Ca.-Klappen).

Die Ergebnisse werden durch den unterschiedlichen Stenoseeffekt der einzelnen Klappen gedeutet und an Hand von Literaturangaben verglichen, die diese Auslegung bestätigen.

Auf Grund weniger Untersuchungen bei den Bioprothesen sind die sie betreffenden Ergebnisse mit Vorbehalt wiederzugeben.

III/2.25 Diskussion des Einflusses von EKG-Veränderungen

In diesem Kapitel verlassen wir bei der Besprechung die bisherige Reihenfolge und gehen an Hand der festgehaltenen EKG-Veränderungen vor; dies erscheint uns zur Erleichterung des Überblicks angebracht.

a) Linkshypertrophie (-zeichen)

Die Mittelwerte für die UZ und DAZ liegen im Bereich für Herzgesunde (s-Bereich n.M.) und unterscheiden sich kaum vom Mittelwert der Gruppe 7 (EKG ohne Veränderungen). Auch der Mittelwert der r.ATZ liegt im Bereich für Herzgesunde, aber im 2s-Bereich n.M. und weicht vom diesbezüglichen Mittelwert der Gruppe 7 um ca. 5 % nach unten ab. Die Standardabweichungen der 3 dyn.HZWe weisen keine Außergewöhnlichkeiten auf. Die Zahl der Untersuchungen ist mit 67 die höchste aller hier behandelten Gruppen, was auf ein häufiges Vorkommen von Linkshypertrophiezeichen in den EKGs des Patientengutes hinweist.

Da UZ und DAZ völlig normal ausfallen, wenden wir uns nun der r.ATZ zu.

Aus Untersuchungen an Nichtherzklappenoperierten von Stollreiter (88) ist bekannt, daß die ATZ beim hypertrophierten, aber nicht insuffizienten Herzen gegenüber der ATZ beim Herzgesunden verkürzt ist. Dies dürfte auf unseren Sachverhalt ziemlich genau zutreffen, und was Stollreiter an Hand der ATZ geschrieben hat, können wir durch das Verhalten der r.ATZ bestätigen. Freilich fällt die Verkürzung mit rd. 5 % nicht allzu deutlich aus, weswegen man dieses Ergebnis nicht zu stark gewichten sollte.

b) ST-Senkung und/oder Infarkt (-zeichen)

Eine Besprechung entfällt, da nur 2 Untersuchungsbefunde vorliegen. Die Gruppe*in II/2.25 nur der Vollständigkeit halber aufgeführt (vgl. II/2).

c) Absolute Arrhythmie

Die Mittelwerte für die UZ und DAZ liegen im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M.; im Vergleich zu G 7 fallen sie allerdings - mit den höchsten Mittelwerten aller Gruppen - verlängert aus. Dies gilt insbesondere für die DAZ, weniger für die UZ.

Der Mittelwert der r.ATZ ist mit 82,7 % - der niedrigste Wert der gesamten Untersuchung - weit außerhalb des 2s-Bereiches n.M. und weist eine Differenz von rd. 14 % gegenüber G 7 auf.

Die Standardabweichungen fallen mit Ausnahme derjenigen der DAZ nicht aus dem Rahmen; bei der DAZ fällt sie mit $s = 0,028$ s sehr groß aus.

Laut Holldack (32) und Kühn (45) ist die DAZ beim Herzgesunden frequenzabhängig, wenngleich nicht so stark wie die ATZ (vgl. 47). Freilich gibt es diesbezüglich auch Zweifel (vgl. 7), zumindest was einen engen, regulativen Zusammenhang zwischen DAZ und Herzfrequenz betrifft. Alles in allem ist eine gewisse

Frequenzabhängigkeit der DAZ wahrscheinlich, weswegen anzunehmen ist, daß diese im Falle der aa für die große Standardabweichung verantwortlich ist.

Bevor wir uns der weiteren Besprechung der Werte zuwenden, muß noch ein Punkt besprochen werden: Zur Bestimmung der r.ATZ muß die Herzfrequenz genau ermittelt werden, was bei der aa freilich sehr schwierig ist und damit eine Fehlerquelle ersten Ranges darstellt (vgl. II/1.31). Infolgedessen wollen wir hier ausnahmsweise die dazu gehörigen ATZ-Werte angeben:

Bei insgesamt 11 Untersuchungen ergibt sich ein Mittelwert von 0,221 s.

Dieser Wert bleibt zwar noch im Bereich für Herzgesunde, jedoch deutlich an der Grenze, weswegen man durchaus von einer Verkürzung der ATZ sprechen kann (dies gilt umso mehr, als manche Autoren die ATZ-Bereiche für Herzgesunde anders angeben, wonach unser Mittelwert außerhalb zu liegen gekommen wäre; vgl. I/2.5).

Somit finden wir bei unseren Ergebnissen, die von Herzklappenoperierten gewonnen wurden, eine verlängerte UZ und DAZ (im Vergleich zu G 7!), eine verkürzte ATZ sowie eine verkürzte r.ATZ.

Diese Konstellation - erhöhte UZ und DAZ, verkürzte ATZ - kann bei der aa auftreten (vgl. 32) und weist gemäß den Darlegungen Blumbergers¹ daraufhin, daß die Kammerfüllung im Durchschnitt vermindert ist. Damit dürfte der Sachverhalt beschrieben sein, der sich durch die von uns ermittelten Ergebnisse ergibt. Beim Vorliegen einer aa bei Herzklappenoperierten kann man demnach mit einer durchschnittlich verminderten Kammerfüllung rechnen (freilich spielt auch ein eventueller Hochdruck beim Verhalten der dyn.HZWe unter aa eine Rolle (vgl. 32). Da er jedoch bei keiner unserer Untersuchungen vermerkt wurde, wird hier nicht näher darauf eingegangen). Eine verminderte Kammerfüllung müßte aber - laut Blumberger - zu einer Verlängerung der r.ATZ führen. Dies ist aber bei uns nicht der Fall; es liegt nahe, dies auf Meßfehler unsererseits - vor allem bei der Bestimmung der Herzfrequenz - zurückzuführen. Eine Überprüfung unserer Werte bestätigte diese vollauf, weswegen man die Möglichkeit ins Auge fassen muß, daß bei der aa ATZ und zugleich r.ATZ verkürzt sein können. Freilich darf man bei 11 Untersuchungen eine zufällige Konstellation dieser Art nicht ganz außer Acht lassen.

Nach den Ausführungen Blumbergers ist das Verhalten der dyn.HZWe bei aa also ursächlich auf das durchschnittliche Maß der Kammerfüllung zurückzuführen, weswegen man kein eindeutiges Verhalten für die dyn.HZWe bei aa angeben kann. Entsprechend sind Literaturangaben, die z.T. voneinander abweichen (vgl. 45, 80), nicht unbedingt als widersprüchlich anzusehen. So weist eben Holldack (32) auch darauf hin, daß z.B. die UZ bei aa verlängert, aber auch normal sein kann.

1) "Die absolute Arrhythmie als Beispiel für den Einfluß der Füllung der Ventrikel" in 12; ermittelt an Herzgesunden.

d) Rechtsschenkelblock

Der Mittelwert der UZ liegt im Bereich für Herzgesunde (s-Bereich n.M.) und zeigt keine bedeutende Differenz zu G 7. Die gleichen Verhältnisse liegen bezüglich des Mittelwertes bei der r.ATZ vor. Der Mittelwert der DAZ liegt ebenfalls im Bereich für Herzgesunde, wenn auch etwas grenzwertig innerhalb des s-Bereiches n.M. und erscheint im Vergleich zu G 7 leicht erniedrigt. Die Standardabweichungen weisen keine Besonderheiten auf, die Zahl der Untersuchungen ist etwas gering.

Die Angaben über das Verhalten der dyn.HZWe bei Rechtsschenkelblock (Nichterklappenoperierte!) sind gering. Blumberger (12) gibt für das Verhalten des Schenkelblocks (generell, also nicht unterteilt), sofern er sich konstant manifestiert, für viele Fälle eine verlängerte Anspannungszeit und - wie er sich ausdrückt - eine "scheinbar normale Austreibungszeit" an (für unsere Untersuchungen müssen wir einen konstanten Block annehmen, da ein zeitweises Auftreten bei der Befundung vermerkt worden wäre). Holldack (35) differenziert genauer: Für die UZ gibt er eine unbedeutende Verlängerung (0,057 s) an, während die Verlängerung der DAZ sich aus den bei ihm angegebenen Zahlen etwas deutlicher ergibt (0,048 s). Diese Angaben stimmen damit mit den Feststellungen Blumbergers bezüglich der Anspannungszeit nicht völlig überein.

Bei unseren eigenen Werten - also bei Herzklappenoperierten - stimmt der Mittelwert genau mit dem von Holldack angegebenen überein. Der Mittelwert der DAZ fällt allerdings gegenüber den Literaturangaben etwas ab, vor allem gegenüber dem bei Holldack errechneten Mittelwert. Allerdings liegen sein und unser eigener Mittelwert z.B. immer noch im s-Bereich für Herzgesunde (n.M.); und wenn man weiterhin bedenkt, daß wir uns auf 8 Untersuchungen und Holldack sich auf 10 Fälle stützen, wird man zu dem Schluß kommen müssen, daß das Verhalten der DAZ nicht überbewertet werden sollte. Das Verhalten der r.ATZ zeigt nichts Außergewöhnliches und deckt sich mit demjenigen der ATZ (nach Blumberger).

e) Linksschenkelblock

Der Mittelwert der UZ (0,036 s) liegt im Bereich für Herzgesunde, innerhalb des s-Bereiches n.M. und ist im Vergleich zu G 7 geringgradig erhöht. Der Mittelwert für die DAZ liegt ebenfalls im Bereich für Herzgesunde, allerdings deutlich grenzwertig im s-Bereich n.M. und ist im Vergleich zu G 7 eindeutig erhöht. Die r.ATZ hingegen weist keine Besonderheiten auf, liegt im s-Bereich n.M. und ist gegenüber G 7 praktisch unverändert. Die Zahl der Untersuchungen fällt mit 9 etwas gering aus; auffällig sind die z.T. hohen Standardabweichungen, besonders bei der DAZ.

Da Blumberger nur Angaben für den Schenkelblock im Allgemeinen macht, sei bezüglich seiner Ausführungen auf III/2.25d verwiesen. Holldack (35) gibt für die UZ - wie bei Rechts-

schenkelblock - eine leichte Verlängerung an (0,061 s); die DAZ ist nach den Werten von Holldack vergleichsweise ausgeprägter verlängert (0,079 s). Diese Angaben werden von Kühn (45) im Prinzip bestätigt; demnach ist die ATZ unverändert.

Diese Angaben gelten für Nichtherzklappenoperierte.

Unsere eigenen Werte stimmen mit diesen Angaben gut überein, was den Schluß zuläßt, daß sich kein besonderes Verhalten der dyn.HZWe beim Auftreten eines Linksschenkelblocks bei Herzklappenoperierten ergibt. Allerdings weisen die z.T. hohen Standardabweichungen darauf hin, daß die dyn. HZWe - besonders die DAZ - im Einzelfall deutliche Abweichungen von den eben dargestellten Verhältnissen zeigen können.

f) AV-Block I. Grades

Die Mittelwerte für die UZ, DAZ und r.ATZ liegen im Bereich für Herzgesunde und innerhalb des s-Bereiches n.M. Gegenüber den Mittelwerten bei G 7 ergeben sich kaum Abweichungen. Bei einer ausreichenden Zahl an Untersuchungen weisen die Standardabweichungen keine Besonderheiten auf.

Die Literaturangaben über das Verhalten der dyn.HZWe bei AV-Block (bei Nichtherzklappenoperierten) sind spärlich; uns ist hierzu nur eine Veröffentlichung bekannt, und zwar von Holldack (32): "Bei einigen Patienten mit AV-Block, die wir untersuchten, konnte gefunden werden, daß die Umformungszeit besonders verlängert ist, wenn P unmittelbar dem QRS-Komplex vorangeht". Demnach kann sich die UZ - je nach der Länge der PQ-Zeit - in einem weiten Bereich bewegen, nach Holldack zwischen 0,12 s und 0,060 s. Der letztgenannte Wert entspricht fast genau unserem Mittelwert von 0,059 s; die dazugehörige PQ-Zeit müßte bei etwa 0,02 s liegen (Holldack: UZ = 0,065 s, PQ-Zeit = 0,018 s; UZ = 0,060 s, PQ-Zeit = 0,019 s). Innerhalb der Meßfehlergrenzen spricht diese Zeit somit nicht gegen einen AV-Block I. Grades (Definition vgl. 79). Solche Vergleiche sind für die DAZ und die r.ATZ nicht möglich, da uns diesbezüglich keine Literaturhinweise bekannt sind; es bleibt somit nur festzuhalten, daß unsere Mittelwerte für die DAZ und r.ATZ beim AV-Block I. Grades vollkommen normal ausfallen.

g) Überblick

Für die einzelnen EKG-Veränderungen werden die eigenen, bei Herzklappenoperierten ermittelten Werte im Vergleich zu Normalwerten (Herzgesunde, Herzklappenoperierte ohne EKG-Veränderungen) beschrieben und mit Literaturangaben verglichen, die auf Untersuchungen an Nichtherzklappenoperierten basieren.

ga) Linkshypertrophie (-zeichen)

UZ und DAZ sind unverändert, also normal, während die r.ATZ leicht verkürzt ist; dieser Befund stimmt mit den Literaturangaben überein und wird unmittelbar durch die bestehende Linkshypertrophie gedeutet.

gc) Absolute Arrhythmie

UZ und DAZ sind erhöht, die r.ATZ ist verkürzt. Zudem wird - wegen der schwierigen Herzfrequenzbestimmung - die ATZ bestimmt und als verkürzt gefunden. Diese Konstellation - mit Ausnahme der r.ATZ - wird an Hand der Literaturangaben als Hinweis auf eine im Durchschnitt verminderte Kammerfüllung gedeutet.

Das diesbezügliche nichtstimmige Verhalten der r.ATZ wird überprüft und bestätigt; eine Erklärung kann nicht gefunden werden.

gd) Rechtsschenkelblock

Die UZ und r.ATZ sind normal, die DAZ leicht verkürzt. Letztere stimmt nicht ganz genau mit den Literaturangaben überein; eine Erklärung wird versucht.

ge) Linksschenkelblock

Die UZ ist geringgradig, die DAZ deutlicher erhöht, während sich r.ATZ normal verhält. Dieser Befund paßt zu den diesbezüglichen Literaturangaben. Darüber hinaus wird beim LSB eine, z.T. auffällig starke, Streuung der Werte - besonders bei der DAZ - beobachtet.

gf) AV-Block I. Grades

Nur bezüglich des Verhaltens der UZ kann ein Vergleich mit Literaturhinweisen durchgeführt werden; dabei wird von der Größe der UZ auf die PQ-Zeit geschlossen, wobei sich zeigt, daß ihre Größe der zu Grunde liegenden Diagnose des AV-Block I. Grades nicht widerspricht. DAZ und r.ATZ zeigen keine Auffälligkeiten und sind als normal zu betrachten.

Anhangzu III/2.21 - III/2.25

Durch die Tatsache, daß die Beschreibung und Erörterung der Werte, die zur Oberklasse B gehören, im Anhang zu den Kapiteln II/2.21 - 2.25 bzw. III/2.21 - 2.25 durchgeführt wird, soll von vorne herein auf die besondere Darstellungsform der hier gewonnenen Ergebnisse hingewiesen werden (vgl. II/1.2). Darüberhinaus soll zum Ausdruck gebracht werden, daß es hierbei vor allem darum geht, das von uns ermittelte Zahlenmaterial vollständig darzustellen; eine Besprechung - etwa im Stil von III/2.21 - 2.25 - ist hierbei kaum möglich und soll nicht im Vordergrund stehen (vgl. Anhang zu II).

Dies ist auf Grund der Art und Weise, wie die Werte im Anhang zu II dargestellt wurden, auch gar nicht möglich: Dort werden nämlich Einzelwerte aufgeführt, während ansonsten nur mit Mittelwerten, Standardabweichungen etc. gearbeitet wird (Ausnahmen: II/2.1, II/2.21 - 001 bis 003).

Der Rahmen für das Verhalten der Einzelwerte ist durch II/2.11 bzw. III/2.1 abgesteckt (vgl. Bedeutung der Ergebnisse von II/2.21 - 0 für II/2.21 - 00).

Dort wurden in der Oberklasse B für die UZ ein verkürzter Mittelwert und eine große Standardabweichung festgestellt; bei der DAZ waren ebenfalls eine große Standardabweichung, aber ein normaler Mittelwert vorhanden. Der Mittelwert der r.ATZ war - im Vergleich zur Oberklasse A - verlängert, während die Standardabweichung nicht aus dem Rahmen fiel.

Wenn man die Einzelwerte mit den Mittelwerten und Standardabweichungen vergleicht, wie sie sich in der entsprechenden Gruppe für die Oberklasse A ergaben, ist folgendes zu erwarten:

Bei der UZ werden die Einzelwerte am häufigsten außerhalb des s- oder 2s-Bereiches zu liegen kommen, wobei die verkürzten Zeiten dominieren werden; außerdem ist eine breite Streuung unter den Einzelwerten zu erwarten.

Bei der DAZ wird dieses Verhalten nicht so ausgeprägt sein, und auf Grund der Lage des Mittelwertes werden sich die verlängerten und verkürzten Einzelwerte die Waage halten.

Bei der r.ATZ ist mit der vergleichsweise geringsten Streuung der Einzelwerte zu rechnen, wobei Abweichungen aus dem s/2s-Bereich hinaus - durch die Lage des Mittelwertes bedingt - vor allem nach oben hin auftreten werden.

Betrachtet man in diesem Sinne die im Anhang zu II dargestellten Werte, so wird das eben vermutete Verhalten bestätigt. Es sei hier darauf verwiesen, daß die Beziehungen von Mittelwert, Standardabweichung und Einzelwert schon einmal in III/2.21 - 1 bis 3 dargestellt wurden, und daß die dort aufgestellten allgemeinen Überlegungen auch hier ihre Gültigkeit besitzen.

Weitergehende Aussagen zu treffen, ist - an Hand des Zahlenmaterials - nicht möglich; dies ist vor allem insofern von Bedeutung, als man aus der Häufung von auffälligen Ergebnissen in der einen oder anderen Gruppe keine weitergehenden Schlüsse ziehen kann.

Somit bleiben zum Schluß noch 2 Feststellungen:

- a) Klappen, die auf Grund ihres Verhaltens der Oberklasse B zugeordnet sind, können im Einzelfall dieselben dyn.HZWe besitzen wie Klappen der Oberklasse A; die Werte können aber auch deutlich verändert sein, und dies ist sogar relativ häufig der Fall (vgl. auch Ausführungen zu III/2.1a).
- b) So unerfreulich es für unsere Untersuchungen ist, daß wir in der Oberklasse B so wenig Werte vorfinden, so erfreulich ist dies für die betroffenen Patienten: Zeigt es doch, daß ungünstige Ergebnisse nach Klappenersatz heutzutage verhältnismäßig selten sind.

ABSCHNITT IV

=====

Z U S A M M E N F A S S U N G

Im folgenden wollen wir die wesentlichen Gesichtspunkte unserer Untersuchungen noch einmal herausstellen und zusammengefaßt wiedergeben.

a) Grundsätzliches zur Bedeutung der dyn.HZWe.

Die von uns durchgeführte Untersuchung basiert auf der Ermittlung der dyn.HZWe.

Hierbei stellt sich grundsätzlich folgende Frage: Sagt die Bestimmung der dyn.HZWe überhaupt etwas über kardiale Größen aus oder handelt es sich nur um die Ermittlung von Werten, die in keinerlei Zusammenhang mit kardialen Vorgängen stehen?

Die Beantwortung dieser Frage ist die Aufgabe der diesbezüglichen Grundlagenforschung; sie besteht u.a. darin, alle nur erdenklichen Beziehung zu überprüfen und gegebenenfalls herauszustellen. Verschafft man sich diesbezüglich einen Überblick über die Literatur, so kann man sagen, daß sich alle Autoren darin einig sind, daß die ermittelten dyn.HZWe durchaus in Verbindung zu kardialen Parametern stehen und keine beziehungslosen Kunstprodukte darstellen.

Auf diesem Fundament basierend, muß sich nun die Frage anschließen, inwieweit - auf den verschiedensten Anwendungsgebieten - die Bestimmung der dyn.HZWe von Nutzen - und vor allem - aussagekräftig ist. Bei einem Überblick über die uns bekannte Literatur gibt es hier - im Gegensatz zu oben - z.T. erhebliche Bewertungsunterschiede (vgl. auch I/3.3); dies bezieht sich zum einen auf die Wertigkeit der dyn.HZWe bezüglich ihrer Anwendung auf verschiedenen Gebieten, das gilt zum anderen auch für die Beurteilung ihrer Anwendung auf ein- und demselben Gebiet. Letzteres wurde bereits in I/3.3 an einem Beispiel belegt; die Reihe solcher Beispiele ließe sich ohne weiteres fortsetzen, worauf wir aber verzichten wollen.

Unsere Arbeit basiert auf dem eingangs beschriebenen Fundament; hätten wir diesbezüglich - von vorneherein - eine andere Meinung vertreten, wäre es unsinnig gewesen, die Untersuchung überhaupt zu beginnen: Dies hätte ja bedeutet, mit einer völlig ungenügenden Methode verwertbare Ergebnisse erzielen zu wollen. So betrachtet kann es auch nicht das Ziel der Arbeit sein, im Nachhinein dieses Fundament bestätigen oder in Frage stellen zu wollen: Zum einen würde dies einen sog. "logischen Zirkelschluß" bedeuten und zum anderen bleibt dies die Aufgabe der Grundlagenforschung, der unsere Arbeit - auf Grund ihrer Gesamtkonzeption - eigentlich nicht zuzuordnen ist. Ziel dieser Untersuchung war es vielmehr, die Bedeutung der dyn.HZWe auf einem weiteren Teilgebiet zu erhellen. Es wäre dabei sehr wohl von Interesse gewesen, sich mit den Meinungen anderer Autoren bezüglich der Wertigkeit der dyn.HZWe auf diesem Gebiet auseinanderzusetzen; allerdings sind uns keine bekannt geworden, bei denen man die zugrundeliegenden Daten mit den unseren hätte vergleichen können.

Was den z.T. erheblichen Meinungsstreit auf anderen Teilgebieten anbelangt, so bleibt er für uns weitgehend ohne Bedeutung.

Diese Überlegungen machen klar, warum unsere Arbeit nur Informationen über die Bedeutung der dyn.HZWe bei Aortenklappenoperierten liefert, aber nicht für die Erhärtung oder Entkräftung von Meinungen auf anderen Teilgebieten herangezogen werden kann - was auch umgekehrt gilt.

b) Allgemeines zum Verhalten der dyn.HZWe.

Blickt man auf das Verhalten der drei - von uns gebrauchten - dyn.HZWe und auf die mit ihnen gewonnenen Ergebnisse zurück, so kann man zusammenfassend feststellen:

Die Umformungszeit verändert sich - wenn überhaupt - nur sehr diskret. Der Bereich, in dem alle errechneten Mittelwerte liegen, ist entsprechend eng. Oft fallen die Unterschiede zwischen den einzelnen Mittelwerten kleiner aus als die zugrundeliegende Meßgenauigkeit; in den übrigen Fällen sind die Differenzen oftmals um ein Vielfaches kleiner als die Größe der dazugehörigen einfachen Standardabweichung.

Auf Grund der Faktoren, die die UZ beeinflussen war dieses Verhalten bei Aortenklappenoperierten von vorneherein zu erwarten und kann nicht überraschen. Damit ist aber auch die Aussagekraft für die Diagnostik sehr beschränkt und kann praktisch vernachlässigt werden. In manchen Fällen gibt es hievon Ausnahmen; sie sind in c) aufgeführt.

Der Bereich, innerhalb dessen sich die Mittelwerte der Druckanstiegszeit bewegen, besitzt in etwa den gleichen Umfang wie derjenige der UZ. Somit sind auch hier die Veränderungen der Mittelwerte - von Ausnahmen abgesehen (vgl. c) - nicht sehr ausgeprägt. Als nachteilig sind zusätzlich die z.T. gewaltigen Standardabweichungen - also die Streuung der Einzelwerte - anzusehen: Es ist dies u.U. auf eine Herzfrequenzabhängigkeit der DAZ zurückzuführen; da aber ein direkter, regulativer Zusammenhang zwischen DAZ und HF zumindest fraglich ist, bleibt es ebenso fraglich, ob man Ausgleichsformeln finden kann, um damit die starke Streuung einzuschränken. In der augenblicklichen Form ist die DAZ - zumindest bei der Diagnostik Aortenklappenoperierter - nahezu unbrauchbar.

Dies kann man von der relativen Austreibungszeit nicht sagen. Auf Grund der Faktoren, die sie beeinflussen, war von vorneherein zu erwarten, daß sie die griffigsten Ergebnisse liefern würde. Diese Annahme bestätigte sich vollauf. Als vorteilhaft erwies sich hierbei die Tatsache, daß die r.ATZ in Prozent angegeben wird: Werte unter 100 % bedeuten eine Verkürzung, Werte über 100 % eine Verlängerung; dies ist sehr anschaulich und erfordert keine Kenntnis über Normbereiche, ohne die man z.B. die Werte der UZ, DAZ und ATZ nicht beurteilen kann. Darüber hinaus waren keine auffallend großen Standardabweichungen festzustellen - umgekehrt - oft eher kleine: Offenbar konnte durch die Verwendung der relativen ATZ der Einfluß der Herzfrequenz und damit eine starke Streuung der Einzelwerte gut zurückgedrängt werden.

Es bleibt damit festzuhalten, daß die r.ATZ als der Parameter in der Diagnostik Aortenklappenoperierter anzusehen ist.

c) Die konkreten Ergebnisse

An Hand der dyn.HZWe ist es in bestimmten Fällen möglich, zwischen einem komplikationslosen und einem nichtkomplikationsfreien Verlauf zu unterscheiden (III/2.1); hierzu ist es sinnvoll, UZ und r.ATZ zu bestimmen.

Liegt die UZ außerhalb eines Bereiches von 0,05 - 0,07 s, besteht die Wahrscheinlichkeit für einen Verlauf mit Komplikationen; nahezu sicher ist dies, wenn die UZ Werte außerhalb des Bereiches von 0,04 - 0,08 s annimmt.

Parallel dazu müßte die r.ATZ erhöht sein; auf alle Fälle muß sie größer als 86 % sein, da tiefere Werte mit fast völliger Sicherheit gegen einen komplikationsbehafteten Verlauf sprechen.

Liegen die ermittelten Herzzeitwerte aber innerhalb dieser Bereiche, die wir für komplikationsfreie Verläufe errechneten, so ist dies kein Beweis, daß nicht doch Komplikationen aufgetreten sind.

Der komplikationslose Verlauf kann an Hand der dyn.HZWe nicht weiter aufgeschlüsselt werden (III/2.1), wenn man von der einzig verwertbaren Tatsache absieht, daß hohe r.ATZ-Werte relativ sicher gegen eine Zuordnung zu der - von uns gebrauchten - Klasse I sprechen.

Hat man einen komplikationslosen Verlauf vorliegen, so müssen bei der Beurteilung der dyn. HZWe verschiedene Faktoren berücksichtigt werden.

Überblickt man die postoperativen Ergebnisse im Ganzen, so zeigt sich, daß durch die Operation (III/2.21) die dyn.HZWe normalisiert werden, sofern präoperativ eine Veränderung vorlag. Dem widerspricht, daß meist vorübergehend - auf Grund verschiedener Einflüsse (siehe unten) - auch nichtnormale Werte auftreten können; dies gilt vor allem für die r.ATZ.

Konkret ist festzuhalten:

Bei der Aorteninsuffizienz ist die r.ATZ präoperativ deutlich erhöht, die DAZ weniger deutlich verkürzt; postoperativ sollte die DAZ zwischen 0,02 s und 0,05 s und die r.ATZ zwischen 86 % und 105 % liegen. Die Bestimmung der UZ kann vernachlässigt werden.

Bei der Aortenstenose ist es sinnvoll, die r.ATZ zu ermitteln; postoperativ sollte sie in jedem Fall zwischen 80 % und 113 % liegen.

Beim kombinierten Aortenvitium ist die Bestimmung von r.ATZ und DAZ angezeigt; letztere vor allem in Hinblick darauf, daß die Insuffizienzkomponente überwiegen könnte: Dann ist nämlich präoperativ eine verkürzte DAZ zu erwarten, während die r.ATZ verlängert sein sollte. Postoperativ sollte die DAZ zwischen 0,02 s und 0,06 s und die r.ATZ zwischen 70 % und 105 % liegen.

Das Operationsalter (III/2.22) scheint keinen Einfluß auf das Verhalten der dyn.HZWe auszuüben, zumindest keinen, der über den normalen Einfluß des Alters hinausgeht.

Der Abstand einer Untersuchung von der Operation (III/2.23) ist demgegenüber von erheblicher Bedeutung. Nach der Operation ist - höchstwahrscheinlich auf Grund einer postoperativen Ventrikelinuffizienz - mit einer niedrigen r.ATZ zu rechnen:

sie bessert sich zusehends, wodurch - wie bei unserer Untersuchung - die r.ATZ in einem Zeitraum von 3 Jahren um 16 % ansteigt.

Ebenso muß die Art der implantierten Klappe (III/2.24) berücksichtigt werden. Da die einzelnen Modelle, bzw. Konstruktionsprinzipien höchstwahrscheinlich eine unterschiedliche Stenosewirkung besitzen, muß man bei den Kugelklappen (vor allem St.-E.-Ku.) mit der höchsten r.ATZ (über 100 %) rechnen; die niedrigsten Werte sind bei den Bioprothesen (v.a. Xe.-Ed.) zu erwarten (86 %), während Scheibenklappen (Bj.-Sh., Li.-Ca.) mit rd. 95 % eine mittlere Position einnehmen.

Bei der Beurteilung der dyn.HZWe darf man auch etwaige EKG-Veränderungen (III/2.25) nicht übersehen. Allerdings unterscheiden sich die Ergebnisse von Aortenklappenoperierten und Nichtoperierten offensichtlich nicht. Eine Ausnahme besteht u.U. bei der absoluten Arrhythmie, wo - bei durchschnittlich verminderter Kammerfüllung - eine verkürzte ATZ und r.ATZ zu erwarten sind.

Die nichtkomplikationslosen Verläufe unterliegen grundsätzlich keinen anderen Einflüssen, womit sich die dyn.HZWe hier ähnlich verhalten; ähnlich vor allem deswegen, da die Einzelwerte relativ oft außerhalb der s/2s-Bereiche für komplikationsfreie Verläufe liegen. Hierin liegt die Chance Komplikationen zu erfassen; der umgekehrte Weg freilich, nämlich der des Ausschlusses ist nicht gangbar: Die Tatsache, daß die dyn.HZWe innerhalb der eben genannten s/2s-Bereiche liegen, beweist nicht, daß keine Komplikationen aufgetreten sind.

d) Abschließende Betrachtung.

Blickt man auf die Ergebnisse dieser Arbeit zurück, so lassen sich verschiedene Gesichtspunkte hervorheben. Durch die Operation werden die dyn.HZWe - aufs Ganze gesehen - in der Überwiegenden Mehrzahl der Untersuchungen normalisiert - sofern sie präoperativ verändert waren. Man darf diese Normalisierung durchaus als Ausdruck einer Verbesserung der vormals gestörten - durch das Vitium gestörten - hämodynamischen Verhältnisse im Ventrikel ansehen. Werden diese Verhältnisse durch die Operation und die Folgezeit nicht gebessert, so treten relativ häufig auffällig veränderte Einzelwerte auf, wenngleich ein normaler Einzelwert nicht garantiert, daß eine Verbesserung der Hämodynamik stattgefunden hat.

Vor diesem Hintergrund kann die Bestimmung der dyn.HZWe zur postoperativen Verlaufskontrolle durchaus sinnvoll sein; so ist es dadurch u.U. möglich, wesentliche Störungen wahrscheinlich zu machen, während weitergehende Aussagen über den postoperativen Verlauf allerdings nicht zu machen sind.

Dabei ist aber immer in Rechnung zu stellen, daß die dyn.HZWe bei Aortenklappenoperierten spezifischen Einflüssen unterliegen, die besonders dann zu berücksichtigen sind, wenn die dyn.HZWe nicht normal ausfallen: Vor allem bei der r.ATZ spielt der Abstand der Untersuchung von der Operation eine Rolle, ebenso die Art der implantierten Prothese.

Daneben gibt es auch Einflüsse, die nicht nur bei Aortenklappenoperierten auftreten, so z.B. EKG-Veränderungen. Sie wirken sich auf das Verhalten der dyn.HZWe nicht anders aus als bei Nichtherzklappenoperierten.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache kann die Bestimmung der dyn.HZWe - besonders der r.ATZ - durchaus sehr wertvoll sein.

Allerdings muß es fraglich bleiben, ob dies für den diagnostischen Routinebetrieb gilt; hier ist zu bedenken, daß das Verhältnis von Zeitaufwand und Ergebnis nicht als sonderlich günstig zu beurteilen ist. Bei gezielter Fragestellung freilich, kann sich die Bestimmung der dyn.HZWe als zusätzlich sehr nützlich erweisen.

Damit ist die Ermittlung der dyn.HZWe bei Aortenklappenoperierten eine nichtinvasive Untersuchungsmethode, die - im richtigen Augenblick angewandt - zusätzliche Informationen liefern kann; sie ist sicher nicht die nichtinvasive Untersuchungsmethode, die fortan alle anderen diesbezüglichen Methoden zurückdrängen oder gar ersetzen wird.

e) Kurzfassung

In einem Zeitraum von knapp 4 1/2 Jahren (1.1.1974 - 1.6.1978) wurden die Umformungszeit, die Druckanstiegszeit und die relative Austreibungszeit bei Patienten der Stiftsklinik Augustinum bestimmt. Diese fanden sich zur präoperativen und/oder postoperativen Diagnostik, sowie zur postoperativen Kontrolle ambulant oder stationär vor bzw. nach einer Aortenklappenimplantation in der Klinik ein.

In der Arbeit wird zuerst der Frage nachgegangen, ob die genannten dynamischen Herzzeitwerte mit dem postoperativen Gesamtzustand der Patienten korrelieren, ob es im besonderen möglich ist, zwischen einem komplikationsfreien bzw. komplikationsbehafteten Verlauf zu unterscheiden; desweiteren soll untersucht werden, ob darüberhinaus eine differenziertere Befundung vermittels der dynamischen Herzzeitwerte sinnvoll und damit für den klinischen Gebrauch von Interesse ist.

Dabei zeigt sich, daß die Bestimmung der dynamischen Herzzeitwerte durchaus sinnvoll sein kann, da wesentliche Störungen wahrscheinlich zu machen sind, wenngleich weitergehendere Aussagen über postoperative Gesamtverläufe nur schwerlich zu treffen sind.

Die zweite Frage, die untersucht wird, ist, welche Parameter die dynamischen Herzzeitwerte beeinflussen. Es zeigt sich, daß folgende Einflüsse eine Rolle spielen: Art des präoperativen Vitiums, Abstand der Untersuchung von der Operation, Art der implantierten Prothese und EKG-Veränderungen. Dabei wird herausgestellt, welche der Parameter einen besonders großen Einfluß auf welche der dynamischen Herzzeitwerte ausüben, und welche der Parameter für Aortenklappenoperierte insbesondere zutreffen und welche eine mehr allgemeine Gültigkeit besitzen.

Zum Schluß kommt die Arbeit zu dem Ergebnis, daß die Ermittlung der dynamischen Herzzeitwerte bei Aortenklappenoperierten eine nichtinvasive Untersuchungsmethode ist, die bei einer Anwendung zum richtigen Augenblick zusätzliche, hilfreiche Informationen für die klinische Beurteilung liefern kann.

ABSCHNITT V
=====

L I T E R A T U R H I N W E I S E

- 1) Appelbaum A., Kouchoukos N.T., Blackstone E.H., Kirklin J.W.:
"Early risk of open heart surgery for mitral valve disease"
American Journal of Cardiology 1976, Bd. 37, S. 201.
- 2) Armstrong T.G., Lewis B.S., Golsman M.S.:
"Systolic time intervals in constrictive pericarditis and
severe primary myocardial disease"
American Heart Journal, 1973, Bd. 85, S. 6.
- 3) Auinger W.:
"Die respiratorischen Veränderungen der hämodynamischen Zeit-
maße"
Wiener Zeitschrift für Innere Medizin 1968, Bd. 49, S. 131.
- 4) Auinger W.:
"Über den Einfluß der Druckanstiegszeit und des Blutdruckes
auf die Lautstärke des 1. Herztones"
Zeitschrift für Kreislaufforschung 1956, Bd. 45, S. 840.
- 5) Bachmann K.:
"Indikationen zum Herzklappenersatz"
Das Herz 1977, Bd. 2/H 3, S. 233.
- 6) Benchimol A., Matsuo S.:
"Ejection time before and after aortic valve replacement"
American Journal of Cardiology 1971, Bd. 27, S. 244.
- 7) Betzien G., Papenberg K., Ross E.:
"Über den zeitlichen Ablauf der systolischen Energieabgabe am
menschlichen Herzen"
Medizinische Monatsschrift 1957, 11. Jahrgang/H 8, S. 501.
- 8) Björk V.O.:
"A new tilting disc valve prothesis"
Scand. Journal of thoracic and cardiovascular surgery 1969,
Bd. 3, S. 1.
- 9) Björk V.O., Björk L., Malers E.:
"Left ventricular function after resection of the papillary
muscles in patients with total valve replacement"
Journal of thorac., cardiovasc. surgery 1964, Bd. 48, S. 635.
- 10) Blumberger K.:
"Die Anspannungszeit und Austreibungszeit beim Menschen"
Archiv für Kreislaufforschung 1940, Bd. 4, S. 203.
- 11) Blumberger K.:
"Die Herzdynamik bei erworbenen Klappenfehlern"
Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Kreislauffor-
schung 20. Tagung 1954, S. 43.
- 12) Blumberger K.:
"Die Herzdynamik in der klinischen Diagnostik"
1. Freiburger Kolloquium "Kreislaufmessungen" (Hsg.: Blumberger K.,
Weber A.)
Dr. Edmund Banaschewski Verlag 1958.
- 13) Blumberger K.:
"Funktionsprüfungen des Herzens"
Die Medizinische Welt 1951, Bd. 12, S. 379
- 14) Blumberger K.:
"Die Untersuchung der Dynamik des Herzens beim Menschen"
Ergebnisse d. Inneren Medizin und Kinderheilkunde 1942, Bd. 62, S. 424.
- 15) Both A., Harten K., Loogen F.:
"Hemodynamics after prosthetic heart valve replacement"
7th European Congress Cardiol., Amsterdam 20.-25.6.1976
Abstr. Book I, S. 1.
- 16) Braun U., Rautenberg H.W.:
"Systolic time intervals: 1st communication: Normal values from
children without heart disease"
Basic Research in Cardiology 1978, Bd. 73/H 3, S. 320.
- 17) Brawley R.W., Donahoo J.S., Gott V.L.:
"Current status of the Beall-Björk-Shiley-Lillehei-Caster-
and Smeloff-Cutter-cardiac valve prothesis"
American Journal of Cardiology 1975, Bd. 35, S. 855.

- 18) Dienstl F., Gmeiner R., Raas E.:
"Veränderungen des Mechanokardiogramms und des Blutdrucks durch Adrenalin vor und nach der Blockade adrenergischer β -Rezeptoren"
Klinische Wochenschrift 1966, 44. Jahrgang/H 1, S. 41.
- 19) Diggelmann U.P., Krayenbühl H.P., Rothlin M., Senning Å.:
"Vergleich der linksventrikulären Dynamik nach aortalem Klappenersatz mit Björk-Shiley (BS) und Lillehei-Kaster (LK) Prothese"
Zeitschrift für Kardiologie 1976, Suppl. 3, S. 25.
- 20) Erbel R., Betz G.:
"Untersuchungen zur Meßmethode der systolischen Zeitintervalle"
Zeitschrift für Kardiologie 1977, Bd. 66, S. 433.
- 21) Fletcher J.R., Ashworth H.E., Shepard B.M., Mills M.:
"Intraoperative hemodynamics after insertion of Starr-Edwards-ball valve prothesis for acquired valvular heart disease"
Journal of thorac., cardiovascular surgery 1974, Bd. 67, S. 285.
- 22) Garrard C.L., Dodge H.T., Weissler A.M.:
"Systolic intervals: a measure of ejection fraction in man"
Abstracts of the 42nd scientific sessions
Circulation, Supplement IIIb, 1969, Bd. 39, S. 86.
- 23) Glancy D.L., O'Brien K.P., Reis R.L. et al.
"Hemodynamics studies in patients with 2M and 3M Starr-Edwards-prothesis: evidence of obstruction to left atrial emptying"
Circulation, Supplement I, Bd. 39/40, S. 113.
- 24) Gleichmann U., Schmidt H., Sigwart H.M.:
"Björk-Shiley- oder Lillehei-Kaster-Klappe? Vergleichende hämodynamische Untersuchungen"
Zeitschrift für Kardiologie, Supplement 3, 1976, S. 26.
- 25) Gorlin R., Gorlin S.G.:
"Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shunts"
American Heart Journal 1951, Jahrgang 41, S. 1.
- 26) Grädel E.:
"Herz" in "Allgemeine und spezielle Chirurgie" (Hsg.: Allgöwer K.)
Springer-Verlag 1976.
- 27) Hagl S.:
"Hämodynamik nach Mitral- und Aortenklappenersatz"
Das Herz 1977, Bd. 2/H 4, S. 299.
- 28) Hannah H., Reis R.L.:
"Current status of porcine heterograft prothesis. A 5-year appraisal"
Circulation, Supplement III, 1976, Bd. 54, S. 27.
- 29) Harris L.C., Weissler A.M., Mariske A.O.:
"Duration of the phases of mechanical systole in infants and children"
American Journal of Cardiology 1964, Bd. 14, S. 448.
- 30) Herkel, W.:
"Diskussionsbemerkung zum Vortrag Blumberger"
Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Kreislauf-forschung 1939, 12. Tagung, S. 549.
- 31) Hooper R.G., Whitcomb M.E.:
"Systolic time intervals in chronic obstructive pulmonary disease"
Circulation 1974, Bd. 50, S. 1205.
- 32) Holldack K.:
"Die Bedeutung der Umformungs- und Druckanstiegszeit für die Herzdynamik"
Deutsches Archiv für klinische Medizin 1951, Bd. 198, S. 71.
- 33) Holldack K.:

- "Herzschallfibel" 3. Auflage
Georg Thieme Verlag 1967.
- 34) Holldack K. et al.:
"Bedeutung der Herzdynamik aus der Amplitude des 1. Herztones"
Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Kreislauffor-
schung 1955, 21. Tagung, S. 428.
- 35) Holldack K., Gerith T.D.:
"Über die zeitliche Verschiedenheit der Aktion des rechten
und linken Ventrikels, untersucht mit der Herzschallre-
gistrierung"
Deutsches Archiv für klinische Medizin 1952, Bd. 209, S. 151.
- 36) Holldack K., Wolf D.:
"Atlas und kurzgefaßtes Lehrbuch der Phonokardiographie
und verwandter Untersuchungsmethoden" 4. Auflage
Georg Thieme Verlag 1974.
- 37) Holldack K., Weygand A.:
"Ursachen der Verspätung des 1. Herztones bei Mitralstenosen
und absoluten Arrhythmien"
Klinische Wochenschrift 1950, Bd. 28, S. 517.
- 38) Holper K., Struck E., Laas J.:
"Herzklappenersatz durch biologische Prothesen"
Das Herz 1977, Bd. 2/H 3, S. 252.
- 39) Hürthle K.:
"Beiträge zur Hämodynamik, 6. Abhandlung"
Archiv für gesamte Physiologie 1891, Bd. 49, S. 29.
- 40) Hylen J.C., Kloster R.E. et al.:
"Phonocardiographic diagnosis of aortic ball variance"
Circulation 1968, Bd. 38, S. 90.
- 41) Klein U., Schmidt-Habelmann P., Locher D.:
"Möglichkeiten der Röntgendiagnostik bei künstlichen Herz-
klappen"
Das Herz 1977, Bd. 2/H 3, S. 264.
- 42) Klinge R.:
"Kardiologische Diagnostik in interner Klinik und Praxis"
F.K. Schattauer Verlag 1976
- 43) Klinner W.:
"Herzklappenersatz: Stand der chirurgischen Technik und die
Technik bei Verwendung von Kunststoffprothesen"
Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Kreislauf-
forschung 1970, 36. Tagung, S. 11.
- 44) Knipping, Bott, Valentin, Venrath:
"Untersuchung und Beurteilung des Herzkranken" 2. Auflage
Enke Verlag 1960.
- 45) Kühn H.A., Lasch H.G.:
"Untersuchungsmethoden und Funktionsprüfungen in der Inneren
Medizin" Band 1
Georg Thieme Verlag 1975
- 46) Lang E., Brammer H.:
"Die zeitliche Herzdynamik unter dem Einfluß körperlicher
Belastung bei Herzgesunden"
Zeitschrift für Kreislaufforschung 1969, Bd. 58/H 7, S. 715.
- 47) Lang E.:
"Einfluß der Pulsfrequenz auf die Kontraktionsphasen des
Herzens"
Zeitschrift für Kreislaufforschung 1965, Bd. 54/H 5, S. 479.
- 48) Leighton R.F., Weissler A.M., Weinstein P.B., Wooley C.F.:
"Right and left ventricular systolic time intervals"
American Journal of Cardiology 1971, Bd. 27, S. 66.
- 49) Lewis R.D.:
"Diagnostic value of systolic time intervals in man"
in "Diagnostic methods in cardiology" (Fowler N.O.)
F.A. Davis Company 1975

-) Lewis R., Rittgers S., Forester W., Boudoulas H.:
"A critical review of systole time intervals"
Circulation 1977, Bd. 56, S. 146.
-) Lillehei C.W., Levy M.J., Bonmabeau R.C.:
"Mitral valve replacement with reservation of papillary muscles
and chordae tendineae"
Journal of thorac., cardiovascular surgery 1964, Bd. 47, S. 532.
-) Luxerau P., Herreman F., Carlet J., Lutfalla G., Acar J.:
"Hemodynamic data and left ventricular function of diseased
mitral valves replaced by prothesis"
in "The mitral valve" (Kalmanson D.)
Arnold Verlag 1976.
-) Maron B.J., Ferrans V.J., Roberts W.C.:
"Myocardial ultrastructure in patients with chronic aortic valve
disease"
American Journal of Cardiology 1975, Bd. 35, S. 725.
-) Meiners S.:
"Methoden zur Analyse der Herz- und Kreislaufdynamik" in
1. Freiburger Kolloquium "Kreislaufmessungen" (Hsg.: Blumberger K.,
Weber A.)
Dr. Edmund Banaschewski Verlag 1958.
-) Messmer B.J., Hallman G.L., Liotta D., Martin C., Cooley D.A.:
"Aortic valve replacement: new techniques, hydrodynamics and
clinical results"
Surgery 1970, Bd. 68, S. 1026.
-) Michel D.:
"Bedeutung des Ausgangswertes für die Strophantinwirkung"
Ärztliche Forschung 1958, 12. Jahrgang/H 11, S. 548.
-) Michel D.:
"Über die Altersabhängigkeit der dynamischen Herzzeitwerte"
Zeitschrift für Altersforschung 1960, Bd. 14/H 3, 4, S. 282.
-) Michel D.:
"Zur praktischen Bedeutung der dynamischen Herzzeitwerte"
Ärztliche Forschung 1965, 19. Jahrgang/H 2, S. 65.
-) Michel D.:
"Statistisch-klinische Untersuchungen zur Digoxinwirkung"
Zeitschrift für Kreislaufforschung, Bd. 48/H 21, 22, S. 908.
-) Moene R.J., Mook G.A., Kruzinga K. et al.:
"Value of systolic time intervals in assessing severity of
congenital aortic stenosis in children"
British Heart Journal, Bd. 37, S. 1113.
-) Nüssgen W., Stoboy H.:
"Zur Dynamik des Froschherzens"
Zeitschrift für Kreislaufforschung 1956, Bd. 45, S. 776.
-) O'Brien M.F., Clarebrough J.K.:
"Heterograft aortic valves for human valve disease"
American Heart Journal "Annotatimes" 1967, Bd. 74/H 1, S. 135.
-) Parisi A.F., Hamilton B.P., Mazzaferri E.L. et al.:
"Systolic time intervals in thyrotoxicosis"
Circulation, Suppl. IV, 1973, Bd. 48, S. 202.
-) Parker H.E., Just H.G.:
"Systolic time intervals in coronary artery disease as indices
of left ventricular function: fact or fancy?"
British Heart Journal 1974, Bd. 36/H 1, 2, S. 364.
-) Pipkin R.D., Buch W.S., Fogarty T.J.:
"Evaluation of aortic valve replacement with porcine xenograft
without long term anticoagulation"
1st American Meeting Samson Thorac. Surg. Society
Santa Barbara Californien, Mai 1975.
-) Pitfarre R., Croke R., Sullivan H., Gunnar R., Loeb H.:
"Reversal of advanced left ventricular dysfunction following
aortic valve replacement for aortic stenosis"

- San Francisco, 24.-26. Januar 1977
- 68) Rastelli G.C., Tsakiris A.G., Frye R.L., Kirklin J.W.:
 "Exercise tolerance and hemodynamic studies after replacement of canine mitral valve with and without preservation of chordae tendineae"
 Circulation, Suppl. I, Bd. 35, S. 34
 - 69) Reifferscheid M.:
 "Chirurgie-ein kurzgefaßtes Lehrbuch" 4. Auflage
 Georg Thieme Verlag 1977.
 - 70) Reindell H., Klepzig H.:
 "Untersuchungen über die Anspannungszeit und Austreibungszeit des Herzens bei Herzmuskelschädigung und veränderter Kreislaufregulation"
 Zeitschrift für Kreislaufschädigung, Bd. 38/H 5, 6, S. 129.
 - 71) Rieger P.:
 "Einflüsse auf die Variationsbreite der Druckanstiegszeit, gemessen im Karotissphygmogramm und Phonokardiogramm"
 Zeitschrift für Kreislaufforschung, Bd. 59/H 5, S. 409.
 - 72) Rieger P.:
 "Zur Darstellung brauchbarer und reproduzierbarer Karotispulskurven bei routinemäßiger Abnahme"
 Wiener Zeitschrift für Innere Medizin 1967, Bd. 48, S. 237.
 - 73) Roberts W.C., Fishbein M.C., Golden A.:
 "Cardiac pathology after valve replacement by disc prothesis. A study of 61 necropsy patients"
 American Journal of Cardiology 1975, Bd. 35, S. 740.
 - 74) Rothlin M.E., Krayenbühl H.P., Messmer B.J., Senning A.:
 "Langzeitverlauf nach Aorten- und Mitralklappenersatz"
 Das Herz 1977, Bd. 2/H 3, S. 268.
 - 75) Rutihauser W., Krayenbühl H.P., Wirz P.:
 "Herz" in "Klinische Pathophysiologie" (Hsg.: Siegenthaler W.)
 Georg Thieme Verlag 1976.
 - 76) Sarre H., Meilinger I.:
 "Vergleich der Wirkung von Strophantin und Digilamid auf die Dynamik des insuffizienten Herzens"
 Deutsches Archiv für klinische Medizin, Bd. 188/H 1, 2, S. 258.
 - 77) Schaper J., Hehrlein F., Schlepper M., Thiedemann U.K.:
 "Ultrastructural alterations during ischaemia and reperfusion in human hearts during cardiac surgery"
 Journal of Molecular Cell Cardiology 1975, Bd. 9, S. 175.
 - 78) Schmidt-Habelmann P., Klövekorn W.P., Paek S.U.:
 "Herzklappenersatz mit der Björk-Shiley-Scheibenprothese"
 Das Herz 1977, Bd. 2/H 3, S. 245.
 - 79) Schölmerich P., Gross P.:
 "Lehrbuch der Inneren Medizin"
 F.K. Schattauer Verlag 1977.
 - 80) Schölmerich P., Stein E.:
 "Phonokardiographie und kreislaufdynamische Untersuchungen bei unregelmäßiger Herzaktivität"
 Zeitschrift für Kreislaufforschung 1952, Bd. 41, S. 908.
 - 81) Schoenfeld C.D., Robinson J.L., Weissler A.M. et al.:
 "The left ventricular systolic time intervals in acute myocardial infarction"
 Clinical Research 1967, Bd. 15, S. 411.
 - 82) Schröder R. et al.:
 "24-Stundenrhythmus im Inotropiezustand des Herzmuskels bei gesunden, jungen Männern"
 Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung 1969, 35. Tagung, S. 370.
 - 83) Schwarz F., Ensslen R., Thormann J.:
 "Funktion und Reserve des hypertrophierten linken Ventrikels bei Aortenklappenvitien"

- Zeitschrift für Kardiologie 1976, Bd. 65, S. 897.
- 84) Shepard R.L., Glancy D.L. et al.:
"Hemodynamic function of the Kay-Shiley prosthetic cardiac valve"
Chest 1973, Bd. 63, S. 223.
- 85) Spang K., Pillen D.:
"Untersuchungen über Beginn und Entfaltung der Digoxinwirkung am Herzen bei therapeutischer Anwendung"
Zeitschrift für Kreislaufforschung 1952, Bd. 41, S. 284.
- 86) Staffelt H.F., Mertens M.M.:
"Der Einfluß von dynamischer Belastung und körperlichem Training auf die systolischen Zeitintervalle bei Gesunden und Patienten mit coronarer Herzkrankheit"
Zeitschrift für Kardiologie 1978, Bd. 67/H 5, S. 305
- 87) Stafford R.W., Harris W.S., Weissler A.M.:
"Left ventricular systolic time intervals as indices of postural circulatory stress in man"
American Journal of Cardiology 1970, Bd. 41, S. 485.
- 88) Stollreiter H.:
"Die physikalische Schlagvolumenbestimmung"
Archiv für Kreislaufforschung 1950, Bd. 16, S. 174.
- 89) Talley R.C., Meyer J.F., McNay J.L.:
"Evaluation of the pre-ejection period as an estimate of myocardial contractility in dogs"
American Journal of Cardiology 1971, Bd. 27, S. 384.
- 90) Tavel E.M.:
"Clinical phonocardiography and external pulse recording"
- 91) Taw R.L., Pipkin R., Fortuin N.J., Brawley R.K.:
"The influence of ventricular function on the results of aortic valve replacement for aortic stenosis"
Johns Hopk. Medical Journal 1976, Bd. 139, S. 85.
- 92) Trenkwalder P., Michel D.:
"Bedeutung der dynamischen Herzzeitwerte bei Patienten mit Mitralklappenersatz und Mehrfachklappenersatz"
Inaugural-Dissertation, München 1981
- 93) Weissler A.M.:
"Noninvasive methods for assessing left ventricular performance in man"
American Journal of Cardiology 1974, Bd. 34, S. 111.
- 94) Weissler A.M., Harris W.S., Schoenfeld C.D.:
"Systolic time intervals in heart failure in man"
Circulation 1968, Bd. 37, S. 149.
- 95) Weissler A.M., Harris L.C., White G.D.:
"Left ventricular ejection time index in man"
Journal of Applied Physiology 1963, Bd. 18, S. 919.
- 96) Weissler A.M., Karmen A.R., Bormstein R.S.:
"Effect of deslanoside on the duration of the phases of ventricular systole in man"
American Journal of Cardiology 1965, Bd. 15, S. 153.
- 97) Weissler A.M., Peeler R.G., Roehl W.H. jr.:
"Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease"
American Heart Journal 1961, Bd. 62, S. 367.
- 98) Wetzler K.:
"Die physiologische Altersinsuffizienz des Herzens"
Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung, 24. Tagung, S. 74, 1958.
- 99) Wolf G.K., Belz G.G., Stauch M.:
"Systolische Zeitintervalle-Frequenzkorrekturmethode"
Basic Research in Cardiology 1978, Bd. 73, S. 85.

ABSCHNITT VI

=====

LEBENS LAUF

Geboren bin ich am 3. März 1955 im Münchner Stadtteil Neuhausen. Mein Vater studierte nach dem Krieg Physik an der damaligen Technischen Hochschule München, promovierte und ist als Prüfer am Deutschen Patentamt tätig. Meine Mutter ist promovierte Betriebswirtin und betreibt eine eigene Steuerkanzlei in München.

Als einziges Kind meiner Eltern besuchte ich für 2 Jahre den Kindergarten in der Schule an der Hirschbergstraße. Dort ging ich auch in die Volksschule, und zwar für 4 Jahre: von 1961 - 1965; zur gleichen Zeit war ich auch im angegliederten Hort eingeschrieben. Nach Abschluß der 4. Klasse trat ich auf ein naturwissenschaftliches Gymnasium über: Das Rupprecht-Gymnasium in München. Diese Schule besuchte ich in den folgenden 9 Jahren und schrieb im Jahre 1974 das Abitur. Im November des gleichen Jahres begann ich mit dem Studium der Medizin an der Universität München: Physikum nach 4 Semestern, und im April 1980 Beginn des Praktischen Jahres.

Den 3. Teil des Staatsexamens bestand ich am 7. Mai 1981 in München. Die Approbation erlangte ich am 9. Juni desselben Jahres.

